FIBERTEK/TRACETEK

Messung und Störungssuche
an Glasfaserkabeln

Bedienungsanleitung

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL 1 EINFÜHRUNG 1

KAPITEL 2 FIBERTEK BEDIENUNGSANLEITUNG 3

FIBERTEK Basic Kit 3
Singlemode Kit – Inhalt 3
Multimode Kit – Inhalt 4

FIBERTEK Premium Kit 5
Singlemode Kit – Inhalt 5
Multimode Kit – Inhalt 6

Technische Daten 7

Autotest-Einstellungen für Messungen an Glasfasern 9
Auswahl der Autotest-Einstellungen 9
Auswahl des Moduls (Fasertyp) 10

Nullabgleich (Allgemein) 14

Nullabgleich durchführen 16

Autotest-Konfiguration 17
Methode A 18
Methode B 20
Methode B Alternativ 23
Empfohlener Messaufbau 24
Nullabgleich nach Methode A und Messung nach Methode B Alternativ 24

Ausführen eines Glasfaser-Autotests 25
Glasfaser-Tests (Singlemode und Multimode) 25

Schleifenmessungen (nur mit Display-Handgerät) 26
Nullabgleich und Messaufbau 26
Längenmessung (mit Display-Handgerät und Endgerät) 30

Auswertung der Autotest-Ergebnisse 35
OK/Fehler-Bericht 35

Speichern der aktuellen Autotest-Ergebnisse 36
Manuelles Speichern von Autotest-Ergebnissen (AutoSpeichern nicht aktiviert): 36

Arbeiten mit Projekten 37

Anzeige von Detailergebnissen 38

KAPITEL 3 TRACETEK BEDIENUNGSANLEITUNG 39

TRACETEK™–System zur Erkennung von reflektierenden Ereignissen in Glasfasersystemen 39

Vergleich von TRACETEK mit einem OTDR 41
Funktionsprinzip eines OTDRs 41
Die Geschichte des OTDR 43
TRACETEK-Funktionsprinzip 44

Die Arbeit mit TRACETEK 46
Speichern von TRACETEK-Ergebnissen 50

ANHANG A NORMEN UND ANFORDERUNGEN AN GLASFASERINSTALLATIONEN A-1

ANHANG B TRACETEK APPLIKATIONSSCHRIFT B-1

TRACETEK-Modul zur Störungssuche an Glasfaserinstallationen mit dem LANTEK 6/7 von IDEAL Industries B-1
Produktübersicht B-1
Messung der Rückflussdämpfung B-2

TRACETEK im Einsatz B-3
Hohe Auflösung B-5
Mittlere Auflösung B-6
Niedrige Auflösung B-6

Das TRACETEK-Display B-7

Störungssuche mit TRACETEK B-12

Fragen/Antworten zur Konfiguration von TRACETEK..... B-14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Basic Singlemode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit 3
Abbildung 2: Basic Multimode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit 4
Abbildung 3: Premium Singlemode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit 5
Abbildung 4: Premium Multimode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit 6
Abbildung 5: Empfohlener Messaufbau für den Nullabgleich..... 14
Abbildung 6: Nullabgleich nach Methode A..... 18
Abbildung 7: Messaufbau nach Methode A 20
Abbildung 8: Nullabgleich nach Methode B 21
Abbildung 9: Messaufbau nach Methode B 22
Abbildung 10: Messaufbau nach Methode B Alternativ 23
Abbildung 11: Nullabgleich für Schleifenmessungen..... 27
Abbildung 12: Messaufbau für die Schleifenmessung 28
Abbildung 13: Messaufbau für Tests mit Handgerät und Endgerät 30
Abbildung 14: Messaufbau für die Dämpfungsmessung bei zwei Wellenlängen..... 33
Abbildung 15: Anschluss des LANTEK /TRACETEK an eine Faser 47

Kapitel 1
Einführung

FIBERTEK™ ermöglicht Ihnen die Ausführung von optischen Dämpfungsmessungen an Singlemode- und Multimode-Fasern mit dem Kabel-Zertifizierungstester LANTEK® 6 und 7.

Da die durchgeführten Messungen mit VCSEL- oder Laserquellen aller Wellenlängen erfolgen, können Sie auf der Glasfaser auch Gigabit Ethernet-Anwendungen zertifizieren.

Das Singlemode- und das Multimode-Kit bieten:

- Längenmessungen
- Bidirektionale Messungen
- Sprachkommunikation

TRACETEK™ ist ein modernes Modul zur schnellen Identifizierung von Störungen in Glasfaserkabeln und unterstützt Sie bei der Diagnose häufiger Verkabelungsfehler.

TRACETEK™ bietet:

- Anzeige der Faserlänge.
- Anzeige von reflektiven Ereignissen, wie z. B. Steckverbinder und Faserbrüche.
- Speicherung und Übertragung der Messergebnisse zur Ansicht mit LANTEK Reporter Software.

LANTEK ist ein eingetragenes Warenzeichen von IDEAL INDUSTRIES. FIBERTEK und TRACETEK sind Warenzeichen von IDEAL INDUSTRIES.

IDEAL

FIBERTEK Basic Kit

Singlemode Kit – Inhalt

- 1310 nm Singlemode-Messadapter (Fabry-Perot-Laser)
- 1550 nm Singlemode-Messadapter (Fabry-Perot-Laser)
- FC-Vorlauffasern (2 Duplex)
- FC-Kupplungen (6)
- Fiber Cleaning Starter Kit (Reinigungsschwämme, trockene und feuchte Reinigungstücher, Tasche)

Abbildung 1: Basic Singlemode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit

Multimode Kit – Inhalt

- 850 nm Multimode-Messadapter (VCSEL)
- 1300 nm Multimode-Messadapter (Fabry-Perot-Laser)
- ST*-Vorlauffasern (2 x 50 µm Duplex Zip)
- ST-Kupplungen (6)
- Fiber Cleaning Starter Kit (Reinigungsschwämme, trockene und feuchte Reinigungstücher, Tasche)

Abbildung 2: Basic Multimode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit

** ST ist ein Warenzeichen von AT&T.*

FIBERTEK Premium Kit

Singlemode Kit – Inhalt

Der Lieferumfang beinhaltet das Basic Singlemode Kit plus:

- TRACETEK 1310 nm Singlemode-Adapter
- FC-FC-Kabel (Simplex)
- Fiber Cleaning Starter Kit (Reinigungsschwämme, trockene und feuchte Reinigungstücher, Tasche)

Abbildung 3: Premium Singlemode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit

Multimode Kit – Inhalt

Der Lieferumfang beinhaltet das Basic Multimode Kit plus:

- TRACETEK 1300 nm Multimode-Adapter
- FC-ST-Kabel
- Fiber Cleaning Starter Kit (Reinigungsschwämme, trockene und feuchte Reinigungstücher, Tasche)

Abbildung 4: Premium Multimode Kit mit Fiber Cleaning Starter Kit

Technische Daten

FIBERTEK: Detektor Empfänger-Wellenlängen	 MM: 850 nm, 1300 nm SM: 1310 nm, 1550 nm
FIBERTEK: Lasersender MM 850 nm: MM 1300 nm: SM 1310 nm: SM 1550 nm:	 VCSEL Fabry-Perot MCW (GRIN-Linse) Fabry-Perot MCW (GRIN-Linse) Fabry-Perot MCW (GRIN-Linse)
FIBERTEK: Messgenauigkeit Dämpfung: Länge:	 MM 850/1300 nm: 0,25 dB SM 1310/1550 nm: 0,25 dB (+/-3 %) + 1 Meter
FIBERTEK: Anzeigeauflösung Dämpfung: Länge:	 MM 850/1300 nm: 0,1 dB SM 1310/1550 nm: 0,1 dB 1 Meter
Linearität	0,2 dB
Längenbereich	MM 850 nm: 3.000 Meter MM 1300 nm: 6.000 Meter SM 1310 nm: 10.000 Meter SM 1550 nm: 10.000 Meter
Mindestlänge	5 Meter
Umgebungsbedingungen Betriebstemperatur: Max. zulässige Luftströmung (linear):	 10° bis 30°C bei der angegebenen Genauigkeit 0,09 m/s @ 20 °C
Netzwerktypen	1000Base-SX/LX/F, IEEE 802.3z, 10Base-FL/FB, ATM 155/622

Technische Daten (Forts.)

TRACETEK: Detektor	
Mittenwellenlänge:	1300 – 1310 nm
Detektortyp:	InGaAs
Mind. Refl. für Ereigniserkennung:	-40 dB
Entfernungen	
Hohe Auflösung:	800 Meter
Mittlere Auflösung:	850 Meter
Niedrige Auflösung:	4.000 Meter
Entfernungsgenauigkeit:	(+/-3 %) + 1 Meter
Ereignisauflösung:	2 Meter– hohe Auflösung 8 Meter– mittlere und niedrige Auflösung
Anzeigeauflösung:	0,01 Meter
TRACETEK: Sender	
MM Ausgangspegel:	50 mW (+16,5 dBm) max.
MM Quellentyp:	1300 nm Fabry-Perot-Laser
SM Ausgangspegel:	50 mW (+16,5 dBm) max.
SM Quellentyp:	1310 nm Fabry-Perot-Laser

Hinweis: Änderungen vorbehalten.

Autotest-Einstellungen für Messungen an Glasfasern

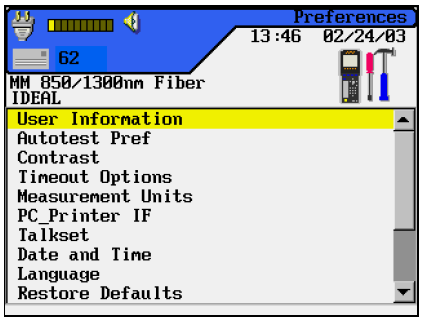
FIBERTEK unterstützt eine breite Palette an Zertifizierungen für Netzwerke, Kabel und Steckverbinder. Daher ist es wichtig, dass Sie vor der Messung die Autotest-Einstellungen an Ihre konkreten Anforderungen anpassen.

Auswahl der Autotest-Einstellungen

Der Autotest ist der am häufigsten eingesetzte Testmodus. Hier können Sie verschiedene Einstellungen vornehmen:

- Automatische Speicherung
- OK/Fehler-Symbol
- Abschaltung der Autotest-Längenmessung

1. Wählen Sie im **Bereit**–Bildschirm des Display-Handgerätes das Symbol **Einstellungen** .
2. Wählen Sie **Autotest-Optionen.**
3. Geben Sie im geöffneten **Autotest-Optionen** Bildschirm die gewünschten Parameter ein (siehe *Benutzerhandbuch zum LANTEK 6/7, Kapitel 3, Einstellen der Autotest-Optionen*).

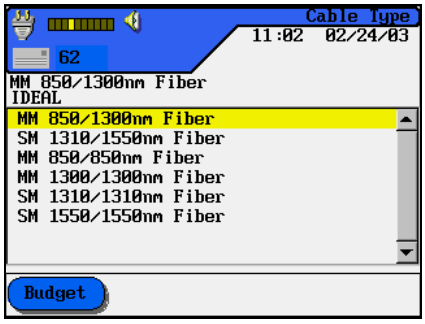


Auswahl des Moduls (Fasertyp)

Am LANTEK ist der Fasertestmodus einzustellen, der dem im Display-Handgerät des Testers installierten FIBERTEK-Modul entspricht.

1. Wählen Sie im Bereitschaftsbildschirm des Display-Handgerätes das Faser-Symbol . Der Bildschirm zur Auswahl des Fasertyps wird geöffnet.

2. Markieren Sie den gewünschten Fasertyp, der dem installierten Modul entspricht.



3. Wenn das Dämpfungsbudget bereits eingestellt wurde,

   drücken Sie ENTER um mit den eingestellten Werten zu arbeiten.

ODER:

Drücken Sie zur Eingabe des Dämpfungsbudgets die

Budget -Taste

Das Dämpfungsbudget

Die Einstellung des Dämpfungsbudgets verändert die OK/Fehler-Grenzwerte für die mit dem FIBERTEK ausgeführten Dämpfungsmessungen. Da das Dämpfungsbudget keinen Einfluss auf die eigentliche Dämpfungsmessung hat, dient diese Funktion lediglich der Information. Wenn die gemessene Dämpfung das Dämpfungsbudget nicht überschreitet, wird ein ✓ angezeigt. Ist die Dämpfung jedoch höher als das Dämpfungsbudget es zulässt, wird dies durch ein ⊗ signalisiert. Sie können das Dämpfungsbudget durch manuelle Eingabe eines Wertes oder automatisch einstellen.

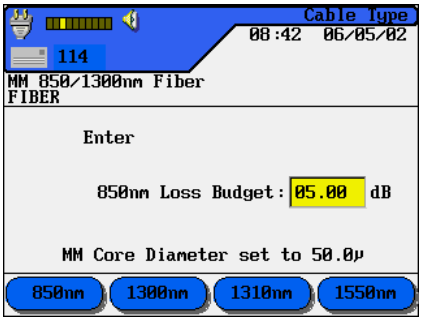
Manuelle Eingabe: Hier geben Sie für jede zutreffende Wellenlänge einen festen Dämpfungsgrenzwert ein. Dieser Modus ist zu empfehlen, wenn eine akzeptable Systemdämpfung spezifiziert wurde oder wenn die Messungen auf Grundlage anwendungsspezifischer Grenzwerte (z. B. wie in Anhang A) durchgeführt werden.

Bei der **automatischen Berechnung** berechnet FIBERTEK auf Grundlage der von Ihnen angegebenen Parameter (Faserlänge, Anzahl der Steckverbinder und Spleiße, max. Dämpfung) für jede Wellenlänge die Grenzwerte.

Einstellen des Dämpfungsbudgets

Manuelle Einstellung (Automatische Berechnung siehe nächste Seite)

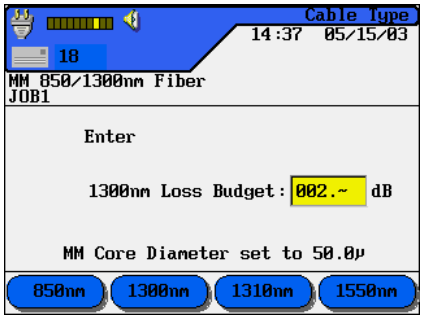
1. Wählen Sie die Wellenlänge durch Drücken der Tasten **F1 – F4** aus.



2. Tragen Sie mit den Pfeiltasten und den Zifferntasten in das Feld *Loss Budget* einen Dämpfungswert ein.

   Hinweis:
   Drücken Sie erst ENTER, wenn Sie die Werte für alle Wellenlängen eingegeben haben.

3. Wählen Sie mit den Tasten **F1 - F4** die nächste Wellenlänge aus und tragen Sie das Dämpfungsbudget ein.

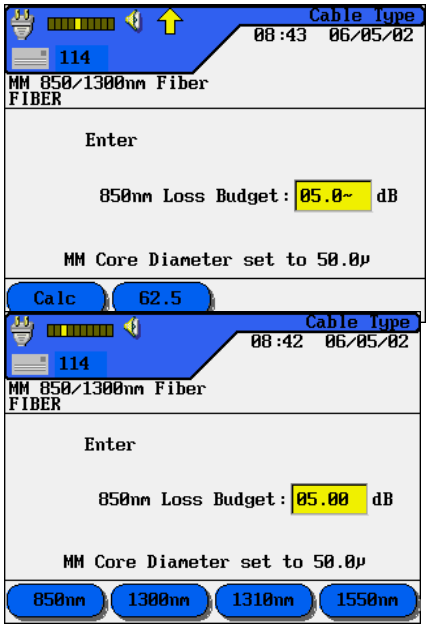


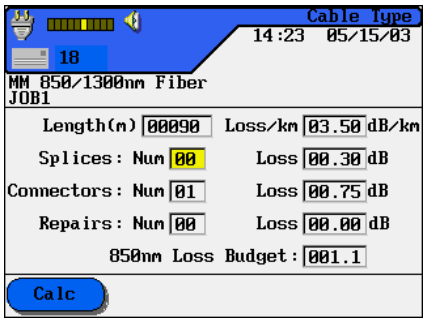
4. Mit ENTER beenden Sie die Eingabe.

Einstellen des Dämpfungsbudgets (Fortsetzung)

Automatische Berechnung

1. Wählen Sie mit den Tasten **F1 - F4** eine Wellenlänge aus.
2. Drücken Sie erst die SHIFT-Taste und dann Calc.
3. Mit den Auf-/Ab-Tasten können Sie zwischen den Eingabefeldern wechseln. Mit der Links-/Rechts-Taste blättern Sie durch das ausgewählte Feld. Mit den Zifferntasten geben Sie die Werte für Kabellänge, Dämpfung/km, Spleiße, Steckverbinder und Reparaturreserve ein.
4. Mit Calc aktualisieren Sie das Dämpfungsbudget. Zum Speichern des Wertes drücken Sie anschließend ENTER. Wiederholen Sie diese Schritte für jede Wellenlänge. Drücken Sie zum Speichern der Werte und zur Rückkehr in den Bereitschaftsbildschirm erneut ENTER.





Hinweis: *Es wird empfohlen möglichst die Herstellerspezifikationen für die Kabeldämpfung (Dämpfung/km) zu verwenden. Anhang A enthält eine Übersicht über die Standardwerte.*

Geben Sie die Anzahl der gesteckten Verbindungen (Verbinderpaare) ohne die während des Nullabgleichs verwendeten Kupplungen ein.

Nullabgleich (Allgemein)

Beim Nullabgleich ermittelt FIBERTEK einen Referenzpegel für die Dämpfungsmessung. Die Genauigkeit des Nullabgleichs hängt von der Aufwärmzeit des Adapters ab. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte den Angaben zur Messgenauigkeit auf Seite 7.

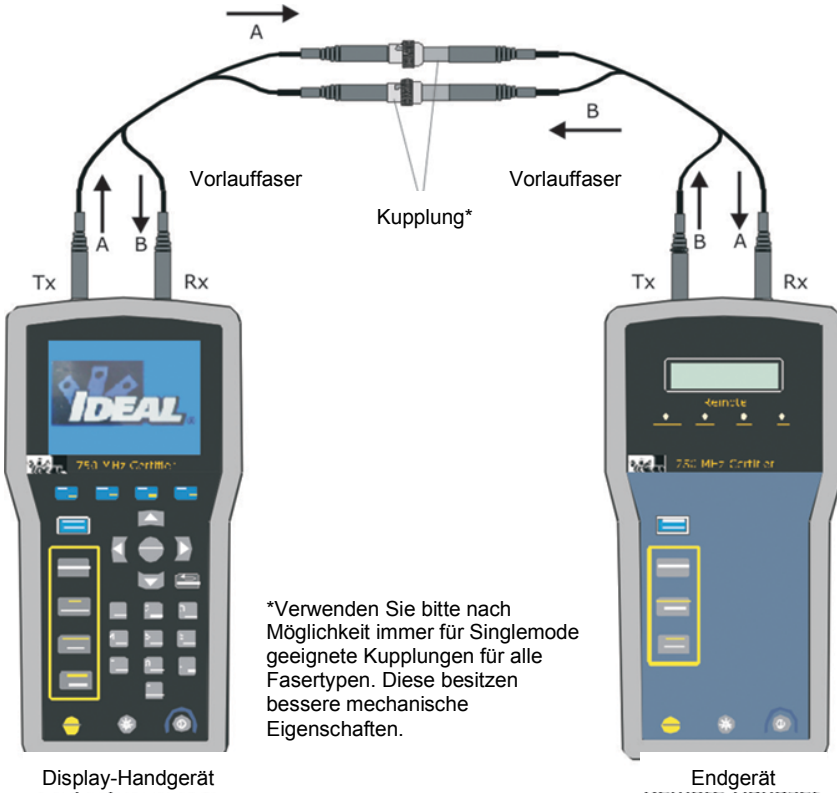


Abbildung 5: Empfohlener Messaufbau für den Nullabgleich

Hinweis: *Zur Gewährleistung der angegebenen Messgenauigkeit sollten Sie vor Durchführung des Nullabgleichs eine ausreichende Aufwärmzeit für den Adapter berücksichtigen. Verwenden Sie Vorlauffasern vom gleichen Typ wie das zu testende Kabel (z.B. 50 µm-Kabel für 50 µm-Fasern).*

Der auf der vorhergehenden Seite beschriebene Messaufbau zeigt den Standardaufbau für den normalen Nullabgleich für alle Tests, die beide Geräte - Display-Handgerät und Endgerät – verwenden. Dazu zählen der Autotest und die Dämpfungs- und Längenmessungen, die über das Analyse-Menü aufgerufen werden. Der Nullabgleich für die Schleifendämpfung wird weiter hinten im Handbuch beschrieben.

Hinweis: Wenn das FIBERTEK-Modul zuvor an einem Ort aufbewahrt wurde, an dem es wesentlich kälter war als an dem zukünftigen Messort, sollte dem Gerät ausreichend Zeit gegeben werden, sich auf die Umgebungstemperatur zu erwärmen. Zur Vermeidung von Kondensatbildung auf der Sende- und Empfangsoptik sollten die Schutzkappen während der Aufwärmphase nicht abgenommen werden.

Vor dem Anschließen der Vorlauffasern sind der optische Eingang und Ausgang mit dem zum Lieferumfang des Basic Kit und Premium Kit gehörenden Fiber Cleaning Kit zu reinigen, das eine hochwertige Reinigungslösung sowie fusselfreie Reinigungstücher enthält. Zum Nachfüllen des Cleaning Kit wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Distributor.

Setzen Sie die Staubschutzkappen sofort nach dem Ziehen der Vorlauffasern wieder auf die Anschlüsse.

Die Werte des Nullabgleichs werden im Display-Handgerät gespeichert. Bei den nachfolgenden Messungen wird die durch die beim Nullabgleich angeschlossenen Vorlauffasern und die Kupplung verursachte Dämpfung abgezogen. Achten Sie bitte darauf, dass Sie immer Vorlauffasern vom gleichen Typ wie die zu testende Faser verwenden.

Beim Testen eines Glasfaserkabels ist ein Nullabgleich immer auszuführen:

- wenn die Vorlauffasern gewechselt oder erheblich bewegt wurden.
- bei einer Änderung des Fasertyps.
- bei einem Wechsel des Adapters.
- nachdem eines der Geräte ein- oder ausgeschaltet wurde.
- wenn der Messaufbau verschoben wurde.
- wenn ein Steckverbinder vom TX-Port eines FIBERTEK-Moduls gezogen wurde.

Hinweis: Zur Gewährleistung der Messgenauigkeit dürfen die Steckerbinder nach der Kalibrierung nicht vom FIBERTEK-Modul gezogen werden.

Nullabgleich durchführen

1. Schließen Sie das Display-Handgerät und das Endgerät wie in Abbildung 5 gezeigt an. Überprüfen Sie, ob die verwendeten Test-Kabel zu der getesteten Faser kompatibel sind (z. B. nicht 50 µm auf 62,5 µm).

2. Schalten Sie Handgerät und Endgerät ein. Zur Optimierung der Messgenauigkeit warten Sie 5 Minuten, bis sich der Laser aufgewärmt und stabilisiert hat. Während der Aufwärmzeit reinigen Sie alle Kupplungen und Vorlauffasern und überprüfen die Vorlauffasern mit einem Glasfaser-Prüfmikroskop auf Verschmutzungen, Kratzer und Splitter. Säubern Sie auch die Steckverbinder der FIBERTEK-Module mit optischen Reinigungsschwämmen.

3. Wählen Sie im Bereitschaftsbildschirm die Option und drücken Sie

.

4. Mit der F1-Taste starten Sie den Nullabgleich. Nach etwa einer Minute sollte dann das ✓ -Symbol den erfolgreichen Nullabgleich anzeigen. Falls der Nullabgleich fehlgeschlagen ist, sollten Sie die folgenden häufigen Fehlerursachen klären:

    - Überprüfen Sie den korrekten Anschluss der Test-Kabel. Der Sende-Port (TX) des einen Moduls muss mit dem Empfangs-Port (RX) des anderen Moduls verbunden sein.
    - Reinigen Sie die Test-Kabel und prüfen Sie die Kabel mit einem Glasfaser-Prüfmikroskop (IDEAL Bestellnummer 45-332).

      Blicken Sie niemals in einen Steckverbinder, wenn am anderen Ende ein eingeschaltetes Gerät, z. B. ein FIBERTEK-Modul, angeschlossen ist.
    - Reinigen Sie die Steckverbinder an den FIBERTEK-Modulen mit Reinigungsschwämmen. Schmutzige Test-Kabel verschmutzen auch die Modul-Steckverbinder.
    - Überprüfen Sie die Test-Kabel mit einem Glasfaser-Durchgangstester (IDEAL-Bestellnummer VFF5) auf Durchgang.

Autotest-Konfiguration

Eine korrekte Test-Konfiguration ist die Voraussetzung für die Erzielung präziser Messergebnisse. Da es sich beim FIBERTEK um ein Doppelfaser-Testsystem handelt, unterscheidet sich die Test-Konfiguration geringfügig von der für Einzelfaser-Konfigurationen üblichen Vorgehensweise.

Für den Nullabgleich stehen zwei allgemeine Verfahren zur Verfügung, während optische Dämpfungsmessungen mit Testern wie FIBERTEK nach drei Verfahren ausgeführt werden können. Diese Messverfahren sind in den Normen

TIA/EIA 526-7 und 525-14 beschrieben und werden häufig als Methode A, Methode B und Methode B Alternativ bezeichnet.

Methode A

Nullabgleich

Der Nullabgleich nach Methode A verwendet 2 Vorlauffasern und Kupplungen. Das ist die empfohlene Vorgehensweise für den Nullabgleich des FIBERTEK, da hierfür die Vorlauffasern nicht von den Modulen gezogen werden müssen.

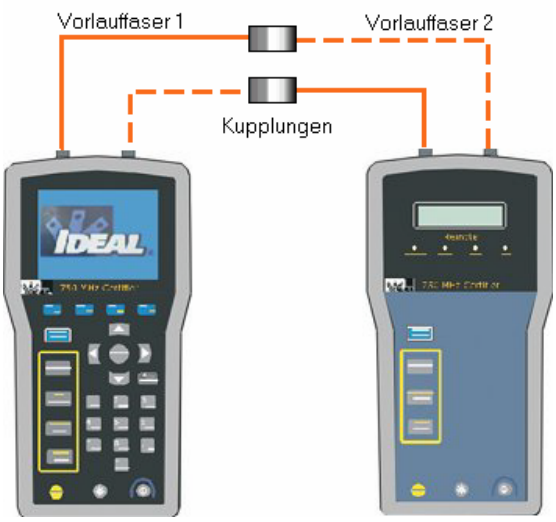


Abbildung 6: Nullabgleich nach Methode A

Messaufbau

Der Messaufbau nach Methode A bietet sich für lange Faserstrecken an, bei denen die Dämpfung größtenteils durch die Faser selbst und nicht durch Steckverbinder verursacht wird. Bei dieser Konfiguration befindet sich die Nullabgleich-Referenzebene am Patchfeld und an der TAE-Dose im Arbeitsbereich.

Gemessen wird unter anderem die Dämpfung des Glasfaserkabels (einschließlich Spleiße und Koppler) und der Steckverbinder an den Enden der Faserstrecke (ein Paar). Da in diese Messung nur ein Steckverbinderpaar einbezogen wird, können die Werte für die Gesamtdämpfung vor allem beim Testen sehr kurzer Kabel unerwartet niedrig ausfallen.

Da bei der Messung von Faserstrecken mit mehr als 1 km (Multimode) oder 4 km (Singlemode) Länge, die Steckerdämpfung im Vergleich zur Faser immer noch sehr gering ist, eignet sich diese Konfiguration für längere Fasern. Sie sollten diesen Messaufbau verwenden, wenn Sie wissen, dass die Dämpfung der Glasfaser wichtiger ist, als die Gesamtdämpfung der optischen Strecke.

Abbildung 7: Messaufbau nach Methode A

Methode B

Nullabgleich

Der Nullabgleich nach Methode B wird für gewöhnlich für Einzelfaser-Testsysteme verwendet. Hier muss der Anwender nach dem Nullabgleich die Vorlauffaser vom Pegelmesser ziehen und für den Kabeltest eine zweite Vorlauffaser anschließen. Dieser Nullabgleich kann für den FIBERTEK beim Messaufbau mit zwei Modulen nicht verwendet werden, ist aber für die Schleifenmessung mit nur einem Modul zulässig.

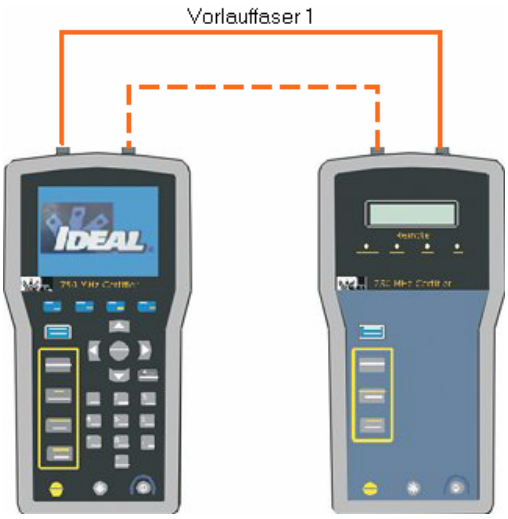


Abbildung 8: Nullabgleich nach Methode B

Messaufbau

Beim Messaufbau nach Methode B wird nach dem Nullabgleich eine zweite Vorlauffaser angeschlossen. Dadurch fügt man im Prinzip ein weiteres Steckverbinderpaar hinzu, das das Steckverbinderpaar kompensiert, das beim Nullabgleich herausgerechnet wurde. Auf diese Weise werden während des Tests zwei Steckverbinderpaare gemessen. Mit dieser Vorgehensweise wird bei kurzen Faserstrecken die höchste Messgenauigkeit erzielt

Die Methode B simuliert am besten die im realen Betrieb des Netzwerkes herrschenden Bedingungen. Das liegt daran, dass die Dämpfung des Steckverbinderpaares beim Nullabgleich zwar aus der Dämpfungsmessung herausgerechnet wird, im normalen Netzbetrieb die Dämpfung der Patchkabel aber Auswirkungen auf die Gesamtdämpfung hat, so dass es wichtig ist, den Einfluss der zusätzlichen Dämpfung auf die Gesamtstrecke zu kennen. Bei Methode B wird nach dem Nullabgleich ein zweites Test-Kabel hinzugefügt, um die realen Bedingungen des Netzwerkbetriebs zu simulieren. Problematisch ist bei Methode B im Allgemeinen, dass es bei Verwendung von Doppelfaser-

Testsystemen gelegentlich kaum möglich ist, auf jeder Seite ein einzelnes Test-Kabel an den Empfänger anzuschließen. Zur Lösung dieses Problems wird in Verbindung mit dem Nullabgleich nach Methode A die Methode B Alternativ verwendet.

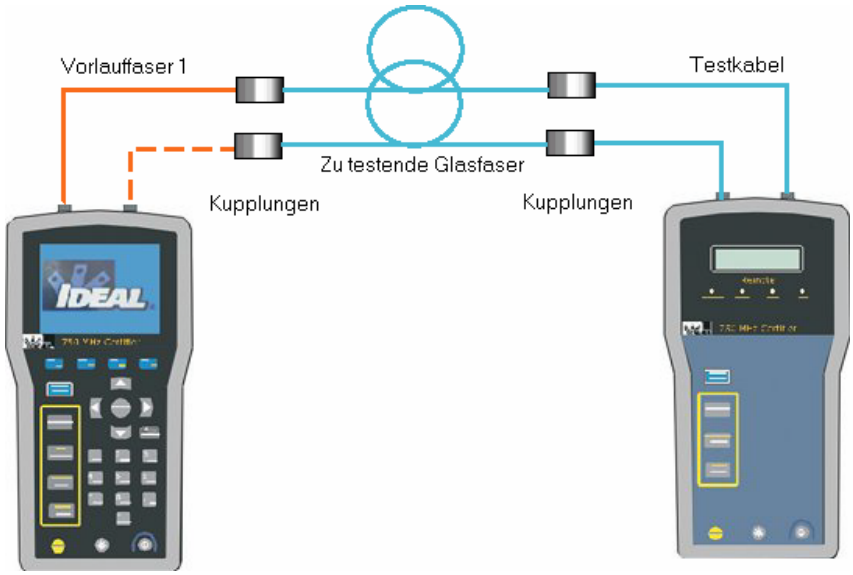


Abbildung 9: Messaufbau nach Methode B

Methode B Alternativ

Messaufbau

Die Methode B Alternate ermöglicht die Verwendung eines Doppelfaser-Testsystems für die Messung der Dämpfung sämtlicher Verbindungsstellen und des Glasfaserkabels. Hierfür wird ein Nullabgleich nach Methode A durchgeführt und danach für den Test ein neues Test-Kabel angeschlossen. Damit eignet sich die Methode B Alternativ für das Testen kurzer Faserstrecken, bei denen die Steckverbinder einen Großteil der Streckendämpfung verursachen.

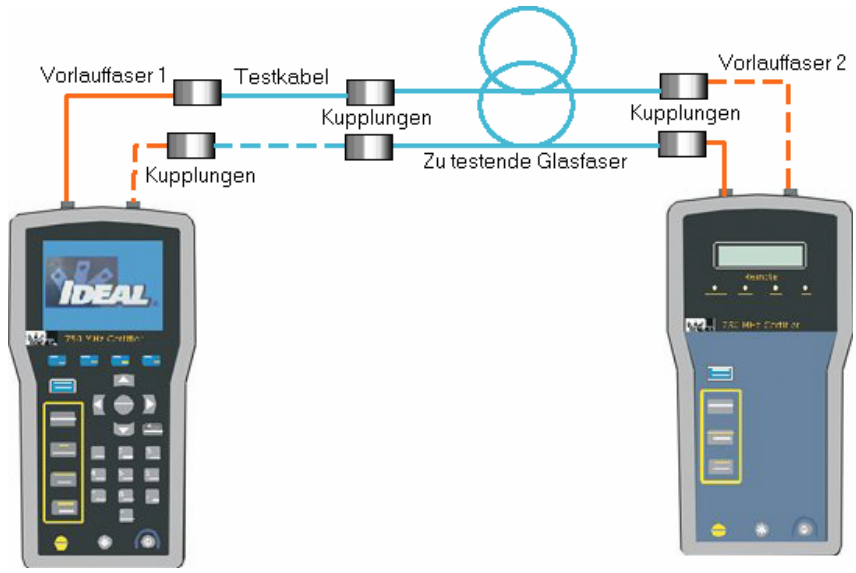


Abbildung 10: Messaufbau nach Methode B Alternativ

Empfohlener Messaufbau

Nullabgleich nach Methode A und Messung nach Methode B Alternativ

1. Im Anschluss an den für die Methode A beschriebenen erfolgreichen Nullabgleich trennen Sie die Vorlauffasern des Endgerätes von den Kupplungen.

Hinweis: Nach dem Nullabgleich dürfen die Kabel nicht mehr von den FIBERTEK-Modulen gezogen werden.

2. Schließen Sie einen weiteren Satz Vorlauffasern an die Vorlauffasern des Display-Handgerätes an. Damit sind am Display-Handgerät je zwei Vorlauffasern und am Endgerät ein Satz Vorlauffasern angeschlossen.

Hinweis: Zur Gewährleistung einer hohen Messgenauigkeit sollte für das zweite Kabel, das für den Messaufbau der Methode B Alternate ergänzt wird, nur ein hochwertiges, fehlerfreies und dämpfungsarmes Kabel verwendet werden. Der Einsatz eines minderwertigen Kabels bewirkt die Ausgabe falscher Messergebnisse.

Ausführen eines Glasfaser-Autotests

Der Autotest führt umfangreiche Tests gegen vorgegebene Grenzwerte aus. Zum Abschluss wird ein Gesamtergebnis (OK/Fehler) zusammen mit den einzelnen Testergebnissen angezeigt.

Der Glasfaser-Autotest kann an Multimode-Fasern (gemäß TIA/EIA-526-14A) oder an Singlemode-Fasern (gemäß TIA/EIA-526-7) ausgeführt werden.

Glasfaser-Tests (Singlemode und Multimode)

Vier verschiedene Messungen – Duplex-Länge, Schleifenlänge, Schleifendämpfung* und Duplex-Dämpfung – sind möglich.

Vor der Messung ist ein Nullabgleich vorzunehmen. Zusätzlich ist ein Nullabgleich nach jedem Wechsel der Vorlauffasern, des Fasertyps, der Adapter sowie nach jedem Ein- bzw. Ausschalten eines der Geräte erforderlich.

Zur Gewährleistung der Messgenauigkeit ist für die angeschlossenen Adapter des Handgerätes eine Aufwärmzeit von mindestens 5 Minuten vorzusehen.

Die Vorlauffasern müssen vom gleichen Fasertyp sein wie die zu testende Faser. Legen Sie nicht angeschlossene Vorlauffasern auf eine ebene Fläche. Die Vorlauffaser sollte locker liegen, jedoch nicht in der Luft hängen.

Hinweis: *Während des Nullabgleichs und der Messung dürfen das Handgerät und das Endgerät, die Faser und die Vorlauffasern nicht bewegt werden. Jede Positionsveränderung beeinflusst die Messgenauigkeit.*

** Die Schleifendämpfung wird ab Firmware-Version 1.300 unterstützt.*

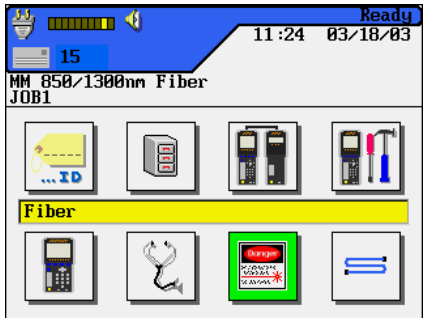
Schleifenmessungen (nur mit Display-Handgerät)

Die Schleifenmessung erlaubt das Testen von Faserstecken nur mit dem Display-Handgerät. Dieser Modus eignet sich insbesondere für kurze Strecken oder Patchkabel, da die Messungen mit nur einem Gerät handlicher auszuführen sind, als mit Handgerät und Endgerät. Im Schleifenmodus wird nur eine Wellenlänge gemessen. Außerdem gibt die Längenmessung das Ergebnis der gesamten Schleife an, so dass beim Testen einer aus zwei Fasern bestehenden Strecke der angezeigte Längenwert durch zwei zu teilen ist.

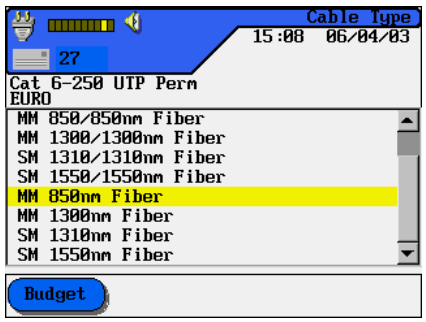
Nullabgleich und Messaufbau

Für den Nullabgleich für Schleifenmessungen, der den Referenzpegel für die Dämpfungsmessungen ermittelt, wird nur das LANTEK Display-Handgerät benötigt.

1. Stecken Sie den gewünschten FIBERTEK-Modul auf das Display-Handgerät. Wählen Sie im Bereitschaftsbildschirm das Faser-Symbol.



2. Wählen Sie den Test für eine Wellenlänge, die dem am Handgerät aufgesteckten Modul entspricht.



3. Wählen Sie wie weiter oben beschrieben das Dämpfungsbudget aus.

4. Wählen Sie im Bereitschafts-bildschirm den Nullabgleich aus.

5. Schließen Sie ein Ende des Referenzkabels an das Display-Handgerät an. Das andere Ende des Kabels verbinden Sie mit einer Kupplung. Mit der F1-Taste starten Sie den Nullabgleich.

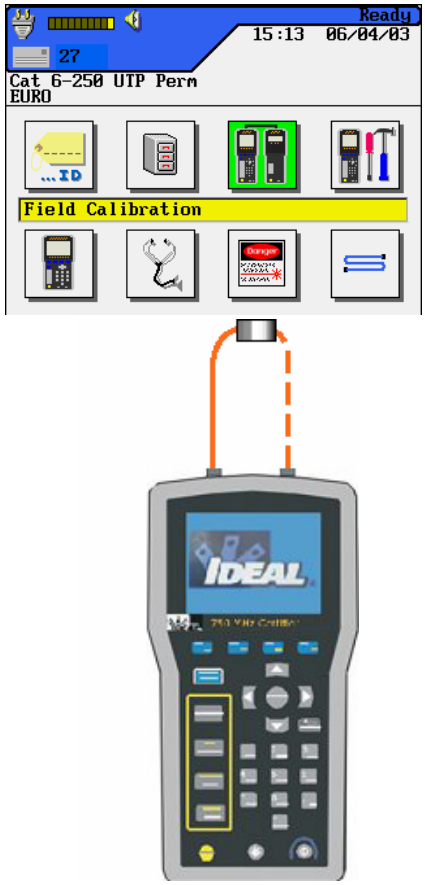


Abbildung 11: Nullabgleich für Schleifenmessungen

Schleifenmessung

Die Schleifenmessungen können im Autotest-Modus durch Drücken der AUTO TEST -

Taste oder im Analyse-Modus durch Auswahl des Symbols im Bereitschaftsbildschirm ausgeführt werden. Der Autotest ermittelt die Dämpfung und die Schleifenlänge, während der Analyse-Modus entweder die Dämpfung oder die Länge bestimmt.

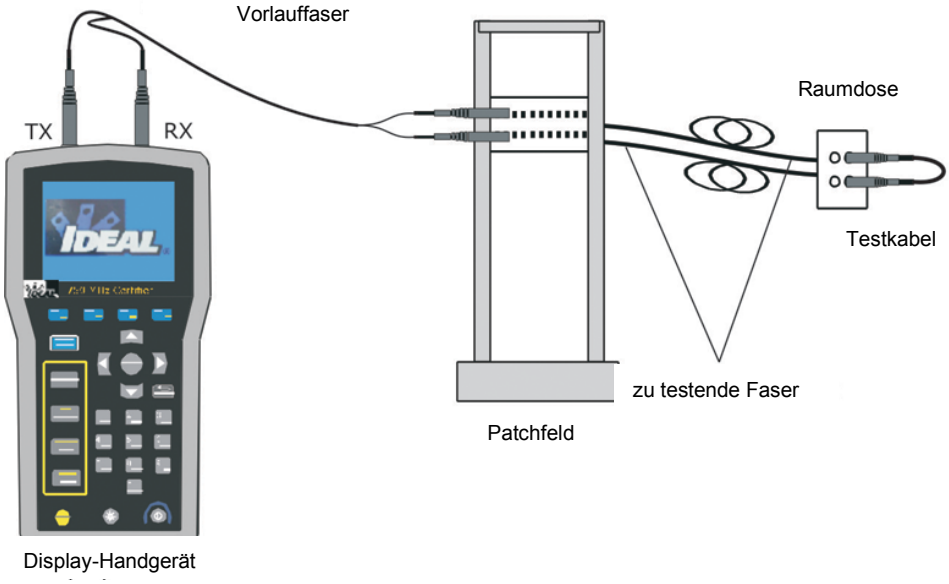
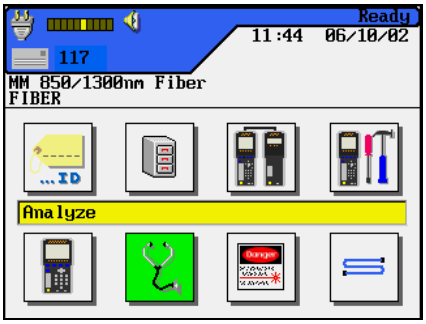
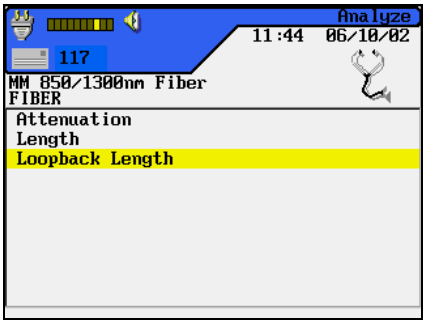
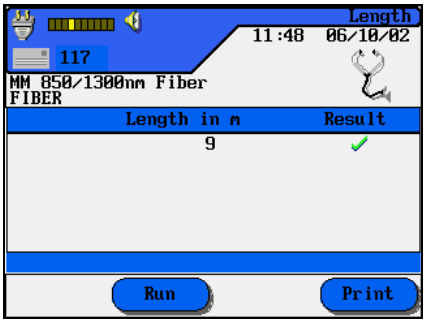


Abbildung 12: Messaufbau für die Schleifenmessung





Zum Abschluss des Tests wird der Ergebnis-Bildschirm angezeigt.



Längenmessung (mit Display-Handgerät und Endgerät)

Messaufbau für die Längenmessung

1. Stecken Sie die entsprechenden Messadapter auf das Display-Handgerät und das Endgerät. Verbinden Sie jeweils ein Ende der Vorlauffasern am nahen Ende mit den Buchsen TX und RX des Adapters am Handgerät.
2. Verbinden Sie die anderen Enden der Vorlauffasern des Handgerätes mit dem Patchfeld, an das die zu testende Faser angeschlossen ist.
3. Verbinden Sie jeweils ein Ende der Vorlauffasern am fernen Ende mit den Buchsen TX und RX am Adapter des Endgerätes.
4. Stecken Sie die anderen Enden der am Endgerät angeschlossenen Vorlauffasern in die Raumdose der zu testenden Faser.
5. Überprüfen Sie den richtigen Sitz aller Verbindungen. Danach können Sie den Fasertest durchführen.

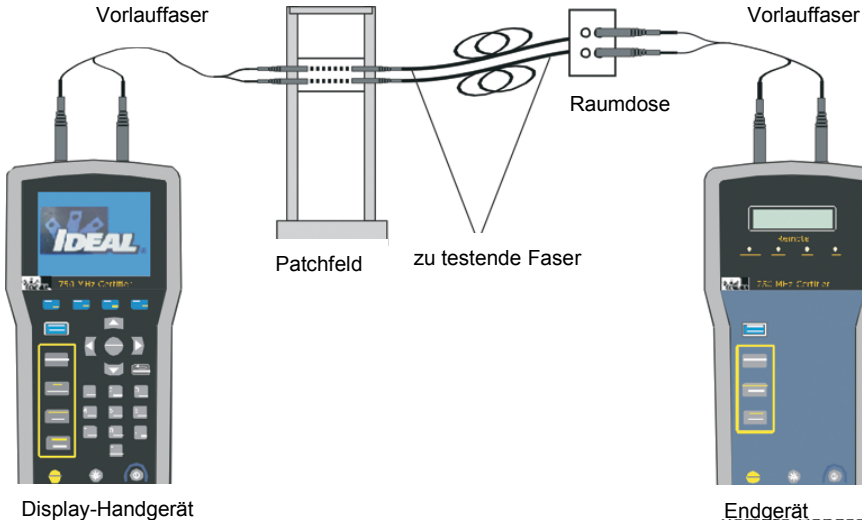
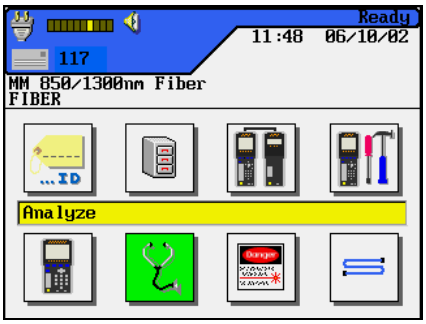
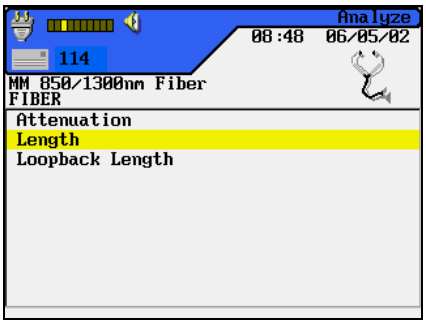


Abbildung 13: Messaufbau für Tests mit Handgerät und Endgerät

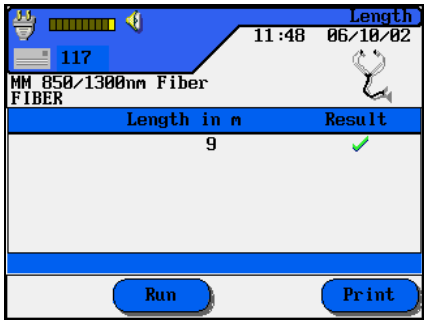
Drücken Sie auf dem Display-Handgerät die Taste **LENGTH** oder wählen Sie auf dem Bildschirm das Symbol und drücken Sie ENTER.

Anschließend wählen Sie die Option **LENGTH** und drücken ENTER.





Zum Abschluss des Tests wird ein Bildschirm mit dem Messergebnis angezeigt.



Messaufbau für die Dämpfungsmessung bei zwei Wellenlängen

1. Stecken Sie die entsprechenden Messadapter auf das Display-Handgerät und auf das Endgerät. Verbinden Sie die Enden der Vorlauffasern am nahen Ende mit den Buchsen TX und RX des Adapters am Handgerät.

2. Verbinden Sie die anderen Enden der am Handgerät angeschlossenen Vorlauffasern mit dem Patchfeld, an das die zu testende Faser angeschlossen ist.

3. Verbinden Sie die Enden der Vorlauffasern am fernen Ende mit den TX- und RX-Buchsen am Adapter des Endgerätes.

4. Stecken Sie die anderen Enden der an das Endgerät angeschlossenen Vorlauffasern in die Raumdose der zu testenden Faser.

5. Überprüfen Sie den richtigen Sitz aller Verbindungen. Im Anschluss daran kann die Messung gestartet werden.

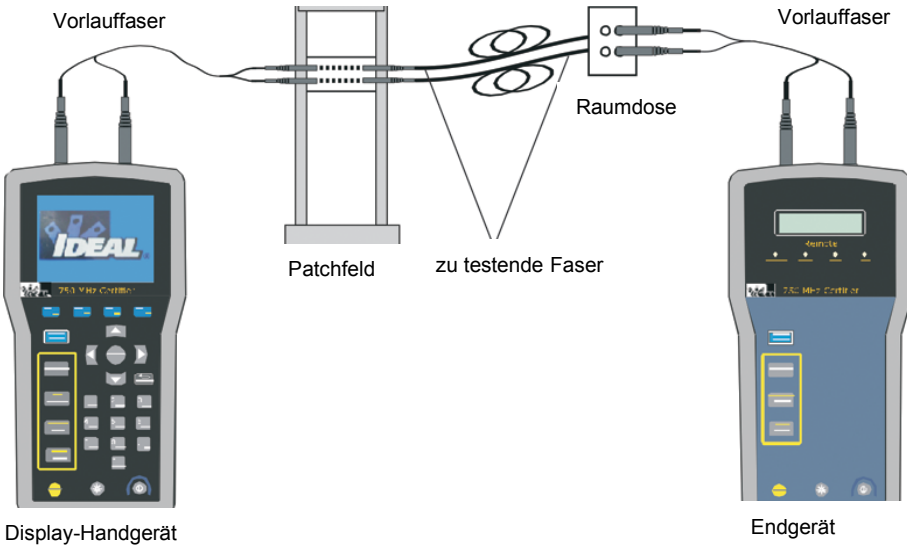


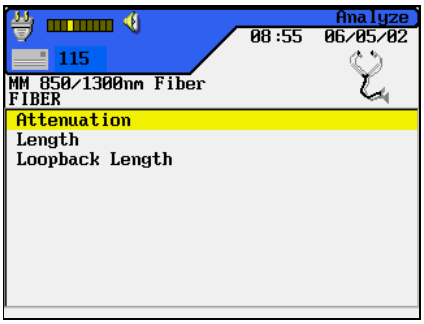
Abbildung 14: Messaufbau für die Dämpfungsmessung bei zwei Wellenlängen

Durchführung der Dämpfungsmessung bei zwei Wellenlängen

Starten Sie die Messung durch Drücken der Taste **Autotest**

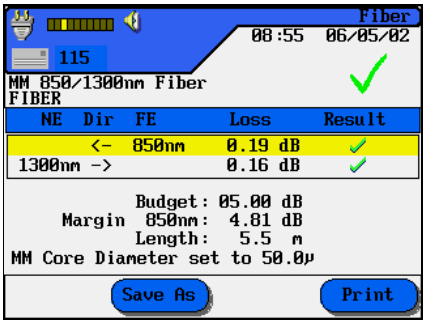
auf dem Display-Handgerät oder dem Endgerät. Alternativ können Sie im

Bereitschaftsbildschirm des Handgerätes auch das Analyse-Symbol wählen und anschließend im Analyse-Bildschirm die Option **Dämpfung** bestätigen.

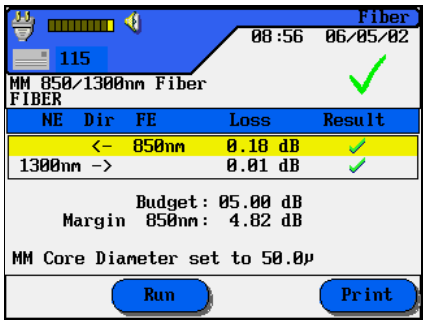


Hinweis: *Mit* Escape *brechen Sie den Test ab und kehren in den Bereitschaftsbildschirm zurück.*

Zum Abschluss des Autotests werden die Messergebnisse angezeigt.



Test über Autotest-Taste

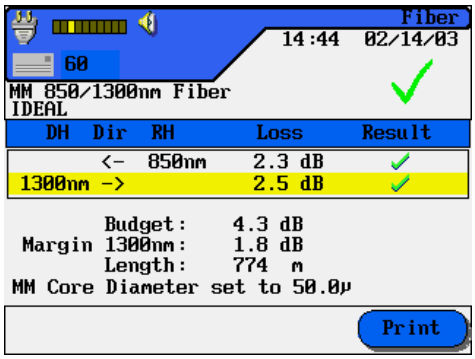


Testausführung im Analyse-Modus

Auswertung der Autotest-Ergebnisse

OK/Fehler-Bericht

Das Autotest-Gesamtergebnis erscheint oben rechts in der Autotestanzeige. Autotest-Einzelergebnisse werden rechts neben jedem Test angezeigt.



Autotest-Gesamtergebnis

Symbol	Autotest-Gesamtergebnis
✓	Gesamttestergebnis zeigt *OK* an, wenn alle Einzeltests OK sind.
✗	Gesamttestergebnis zeigt einen *Fehler* an, wenn ein oder mehrere Einzeltests einen *Fehler* anzeigen.

Autotest-Einzelergebnisse

Symbol	Autotest-Einzelergebnis
✓	*OK* – Alle Werte sind mit ausreichender Reserve OK.
✗	*Fehler* – Ein oder mehrere Werte sind mit beträchtlicher Spanne größer als es die spezifizierte Messgenauigkeit des Gerätes zulässt.

Speichern der aktuellen Autotest-Ergebnisse

Die Autotest-Ergebnisse können im internen Speicher des LANTEK oder auf einer Compact Flash-Karte gesichert und später wieder zur Anzeige geladen werden. Die Speicherung ist sofort im Anschluss an den Test möglich.

- Mit der AutoSpeichern-Funktion können nur vollständig bestandene Autotests automatisch gespeichert werden. Mit Fehler bewertete Tests müssen manuell gespeichert werden.

- Testergebnisse werden automatisch gespeichert, wenn die AutoSpeichern-Einstellung aktiviert ist. Siehe *Einstellen von Autotest-Optionen* im Benutzerhandbuch zum LANTEK 6/7.

- Abgeschlossene Tests erhalten automatisch einen Titel zugewiesen, wenn die Auto-Inkrement-Funktion aktiviert wurde. Der Test kann auch über die Funktion

umbenannt werden.

Manuelles Speichern von Autotest-Ergebnissen (AutoSpeichern nicht aktiviert):

1. Zum manuellen Speichern eines Autotests drücken Sie am unteren Bildschirmrand die Taste

.

2. Es erfolgt kurz die Anzeige “Test Gespeichert” mit dem Namen, unter dem der Test gespeichert wird.

3. Wenn der aktuelle Name bereits vorhanden ist, erscheint eine Warnmeldung, die fragt, ob Sie die bereits bestehende Datei überschreiben oder einen anderen Namen eingeben möchten.

4. Drücken Sie

um abzubrechen und ohne Speichern zur vorherigen Anzeige zurückzukehren, oder

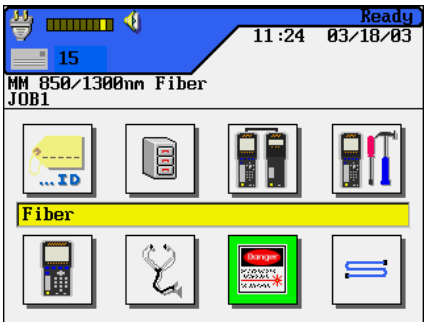
um die bestehende Datei zu überschreiben.

Arbeiten mit Projekten

Der Autotest wird unter einem eindeutigen Namen abgespeichert. Im Bildschirm *Gespeicherte Tests* können die Testergebnisse angezeigt, ausgedruckt oder gelöscht werden.

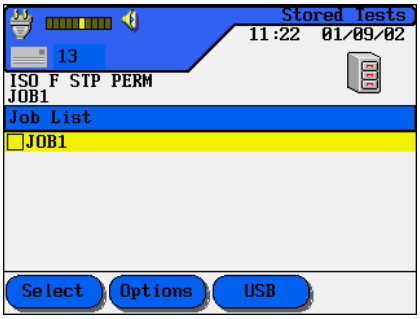
1. Im Bereitschaftsbildschirm öffnen Sie über das Symbol

   Gespeicherte Tests
   eine Liste mit den bereits erstellten Projekten.

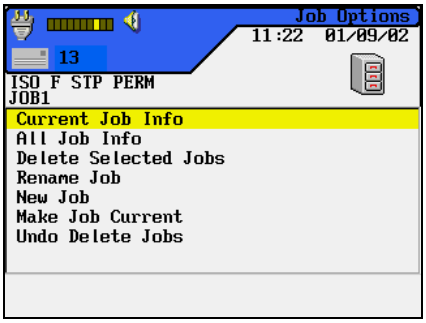


2. Markieren Sie das gewünschte Projekt.

3. Mit dem Softkey *Optionen* rufen Sie die Liste mit den möglichen Aktionen auf.



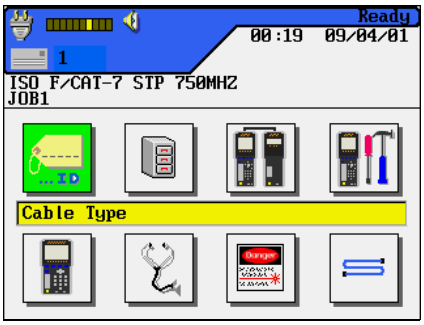
4. Markieren Sie die gewünschte Funktion und bestätigen Sie mit ENTER.



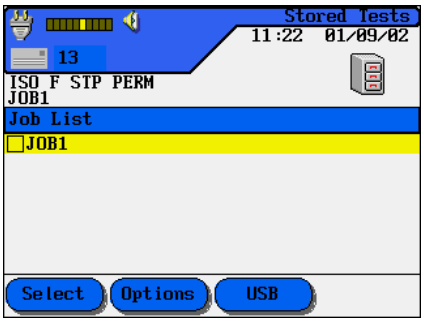
Anzeige von Detailergebnissen

Der Autotest wird unter einem eindeutigen Namen abgespeichert. Im Bildschirm *Gespeicherte Tests* können Sie die Ergebnisse anzeigen lassen, ausdrucken und löschen.

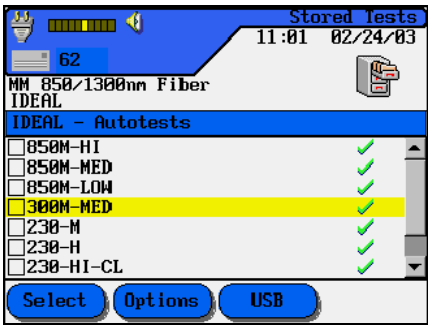
1. Im Bereitschaftsbildschirm öffnen Sie über **Gespeicherte Tests** die **Projektliste**.



2. Markieren Sie das gewünschte Projekt.
3. Öffnen Sie das Projekt mit ENTER.



4. Markieren Sie den Test mit den **Pfeiltasten**.
5. Mit ENTER öffnen Sie den Test.
6. Mit Escape können Sie jederzeit zur vorherigen Anzeige zurückkehren.



KAPITEL 3
TRACETEK
Bedienungsanleitung

TRACETEK™–System zur Erkennung von reflektierenden Ereignissen in Glasfasersystemen

TRACETEK ist ein System zur Störungssuche in Glasfaserinstallationen und besteht aus:

- den Kabel-Zertifizierungstestern LANTEK® 6/7 (nur Display-Handgerät) und dem
- optischen Transceiver-Modul TRACETEK™

Das LANTEK Display-Handgerät stellt die Stromversorgung und die Benutzeroberfläche und übernimmt die Speicherung und die Bearbeitung der Daten für das TRACETEK-Modul. Das TRACETEK-Modul wandelt die vom LANTEK kommenden elektronischen TDR-Signale in optische Signale um und konvertiert die eingehenden optischen Signale zur Rücksendung an den LANTEK wieder in elektronische Signale.

Der Haupteinsatzzweck des Systems besteht in der Lokalisierung optischer Reflexionen, die durch Diskontinuitäten auf der Glasfaser wie Steckverbinder, Spleiße, Brüche (d. h. beschädigte oder gebrochene Einzelfasern) oder andere Anomalien hervorgerufen werden.

Warnung: ***Der TRACETEK-Adapter erzeugt Lichtimpulse mit einer Leistung von bis zu 50 Milliwatt. BLICKEN SIE NICHT in den Adapterausgang oder in die zu testende Faser, da dies zu schweren Verletzungen des Auges führen kann.***

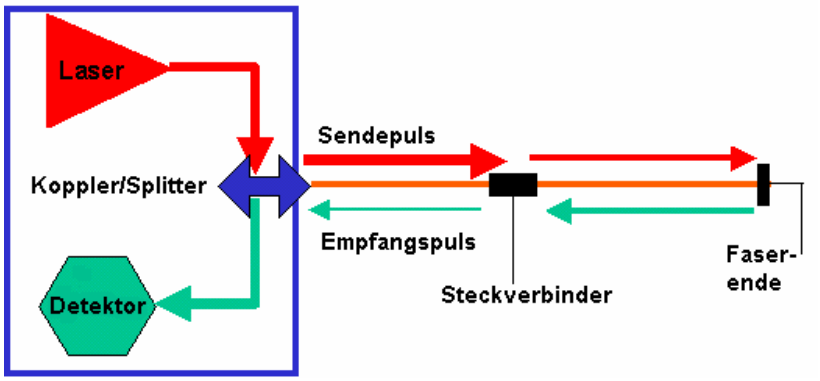
TRACETEK stellt eine Alternative zum Einsatz eines optischen Reflektometers (OTDR) dar und funktioniert auf ähnliche Weise. Beide Messmethoden erzeugen vom Techniker auswertbare optische Reflexionskurven. Allerdings kommt die vom OTDR verwendete Rayleigh-Rückstreumessung zur Ermittlung der Faserdämpfung beim TRACETEK nicht zur Anwendung.

Hinweis: *Aussagekräftige Dämpfungsmessungen sind nur mit einem optischen Dämpfungsmesser wie dem ebenfalls von Ideal angebotenen FIBERTEK möglich.*

Vergleich von TRACETEK mit einem OTDR

Funktionsprinzip eines OTDRs

Ein optisches Reflektometer oder OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) ist in der Lage, in eine Glasfaser "hineinzusehen" und die auf dieser Faser auftretenden Ereignisse grafisch darzustellen. Dafür koppelt ein sehr schneller Laser hochgenaue Lichtimpulse in die Faser ein und das OTDR überwacht die Faser auf Reflektionen. Die Zeit zwischen dem eingekoppelten Lichtsignal und den zurück reflektierten Impulsen wird gemessen und auf dieser Grundlage die Entfernung zu dem Ereignis berechnet, das diese Reflexion ausgelöst hat. Damit ermöglicht ein OTDR nicht nur die Messung der Faserlänge, sondern auch die Ermittlung des Abstandes zu den einzelnen Ereignissen auf der Faser. Diese Funktion erlaubt den Einsatz des OTDRs zur Störungssuche, d.h. zur Identifizierung von Bruchstellen in der Faser und zur Lokalisierung von Steckverbindern und Spleißen.

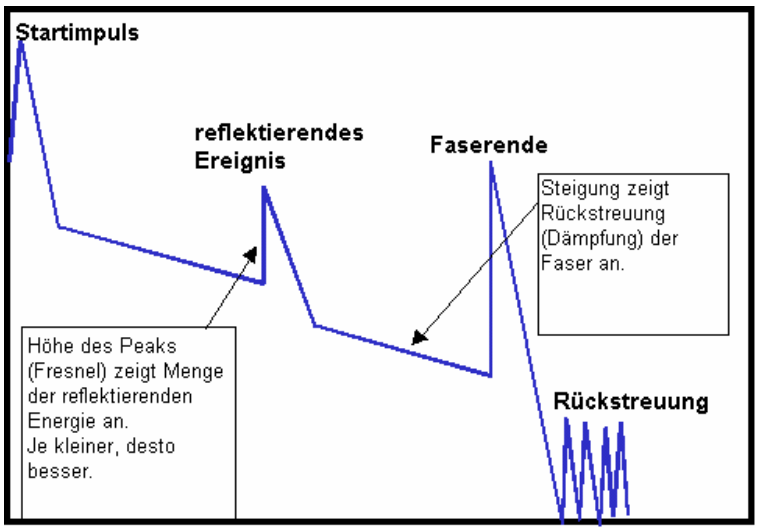


OTDR-Blockschaltbild

Darüber hinaus kann ein OTDR die winzigen Mengen an Lichtenergie messen, die von der Glasfaser selbst reflektiert werden. Diese Reflexion wird als Rayleigh-Streuung bezeichnet und dadurch verursacht, dass das Licht von den Molekülen, deren Durchmesser 1/10 der Wellenlänge des Lichtes beträgt, im Glas reflektiert wird. Wenn ein OTDR diese winzigen Reflexionen erkennt, dann kann es die Dämpfung der Glasfaser sowie die Einfügedämpfung der Steckverbinder und Spleiße berechnen. Ein OTDR ist eine recht kostenintensive Anschaffung, wobei der hochempfindliche Detektor und die Elektronik zum Erkennen der Reflexionen den Großteil der Kosten des Geräts ausmachen.

Die Geschichte des OTDR

Anfangs wurden OTDRs in Langstrecken-Glasfasernetzen für die Telekommunikation oder das Kabelfernsehen zur Dokumentation und Störungssuche eingesetzt. Die erste OTDR-Generation waren schwere, sperrige, komplexe und äußerst teure Geräte, die zumeist noch auf einem Wagen herumgeschoben werden mussten. Diese frühen OTDRs boten auch noch keine automatische Konfiguration, so dass der Techniker das Gerät schon sehr genau kennen musste, um es korrekt für die Messung einzurichten. Zudem kosteten viele der ersten OTDRs für den Feldeinsatz noch über 60.000 US-Dollar und waren damit sowieso nur für die großen Diensteanbieter erschwinglich.


Startimpuls
reflektierendes Ereignis
Faserende
Steigung zeigt Rückstreuung (Dämpfung) der Faser an.
Höhe des Peaks (Fresnel) zeigt Menge der reflektierenden Energie an. Je kleiner, desto besser.
Rückstreuung

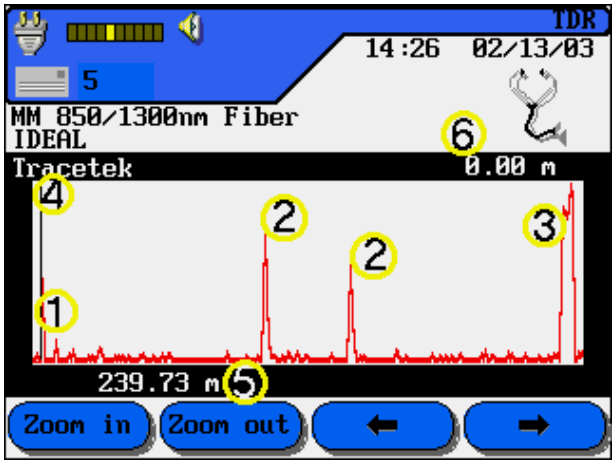
Typische OTDR-Kurve

Heute sind OTDRs kleiner, preiswerter und auch einfacher zu bedienen. Das heißt aber nicht, dass jeder Installateur sich einfach ein OTDR nehmen und damit messen kann. Der Techniker muss schon die komplexen Beziehungen zwischen Pulsbreite, Dynamikbereich, Messzeit, Rayleigh-Streuung sowie

unzählige andere Faktoren kennen, die sich auf die grafische Darstellung der Faser durch das OTDR auswirken. Trotzdem haben die verbesserte Funktionalität, die kleineren Abmessungen und die gesunkenen Kosten dazu geführt, dass das OTDR nun auch in lokalen Netzen mit ihren kurzen Faserstrecken zum Einsatz kommt. Während OTDRs zu Beginn in den Kurzstreckennetzen nur zur Störungssuche verwendet wurden, unterstützen sie heute die Dokumentation mit Angabe der Lage der Koppelstellen und der exakten Länge einer jeder Faserstrecke.

TRACETEK-Funktionsprinzip

TRACETEK bietet die Mehrzahl der Störungssuch-Funktionen eines OTDR zu einem Bruchteil von dessen Kosten mit einer übersichtlichen, einfach zu bedienenden Benutzeroberfläche, die praktisch kein Training erfordert. Wie ein OTDR koppelt auch TRACETEK einen exakten Laserimpuls in die Faser ein und überwacht die Faser auf reflektierte Lichtsignale. Damit kann TRACETEK wie ein OTDR die Gesamtlänge einer Faser sowie die Entfernung zum reflektierenden Ereignis berechnen. Im Unterschied zu Test-Kits, die ebenfalls die Gesamtlänge der Faser ermitteln, wird TRACETEK jedoch nur an einem Ende der Faser angeschlossen. Bei konventionellen Glasfaser-Testkits müssen dafür entweder an beiden Faserenden Geräte angeschlossen werden oder die Faser muss vom fernen Ende zurückgeschleift werden. Das bedeutet, dass für die Längenmessung immer zwei Techniker zum Einsatz kommen oder ein Techniker muss für jede Faser des Kabels vom fernen Ende immer wieder zum Messgerät zurückgehen, was den Zeitaufwand verdoppelt.



Das TRACETEK-Display

Die TRACETEK-Anzeige

1) Startimpuls (erster Steckverbinder)
2) Reflektierende Ereignisse
3) Faserende (letzter Steckverbinder oder reflektiver Faserbruch)
4) verschiebbarer Cursor
5) Gesamtlänge der Faser
6) Cursorposition

TRACETEK zeigt die Messdaten in einem dem OTDR ähnlichen grafischen Format an. Auf der X-Achse wird die Entfernung vom Handgerät und auf der Y-Achse die relative Reflexion (Rückflussdämpfung) der einzelnen Ereignisse dargestellt. Im Display kann dann die Entfernung zum Faserende abgelesen werden. Der Techniker kann den Cursor auf ein beliebiges Ereignis setzen und so dessen Entfernung anzeigen lassen. Diese Funktion ermöglicht die sofortige Messung der Faserlänge, die Lokalisierung von Faserbrüchen und von einzelnen reflektierenden Ereignissen sowie die Kontrolle der relativen Reflexion von Ereignissen zur Identifizierung mangelhafter Kopplungsstellen.

Im Unterschied zu einem OTDR ist TRACETEK äußerst einfach zu bedienen. Zur Konfiguration des Moduls wird lediglich eine der drei Betriebsarten (Hohe, Mittlere oder Niedrige Auflösung) ausgewählt. Das Modul an sich ist so klein und leicht, dass es in den Gerätekoffer des Installateurs passt und praktisch immer bei der Hand ist. Da TRACETEK keine Messung der Rayleigh-Streuung ausführt, kann die vom OTDR geleistete Ermittlung der Einfügedämpfung der Faser oder der Steckverbinder nicht erfolgen. Doch bei etwa 25 % oder weniger der Kosten eines traditionellen OTDRs und der wichtigsten Störungssuch-

Funktionen des OTDRs bietet sich TRACETEK als Basisgerät für die Störungssuche in Glasfasern an.

Die Arbeit mit TRACETEK

TRACETEK ist einfach zu bedienen und erfordert keine Aufwärmzeit.

1. Stecken Sie den TRACETEK-Adapter auf den Kabel-Zertifizierungstester LANTEK.

2. Reinigen Sie die Vorlauffaser und schließen Sie sie an den Adapter an.

3. Zum Anschluss der Vorlauffaser an die zu testende Faser sollten Sie nur hochwertige Kupplungen verwenden. Reinigen Sie die Steckverbindungen. Achten Sie auf die korrekte Ausrichtung des Steckverbinders der Vorlauffaser auf die mechanische Codierung des Steckverbinders am TRACETEK.

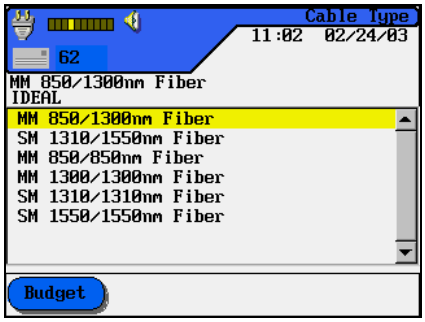
Abbildung 15: Anschluss des LANTEK /TRACETEK an eine Faser

4. Wählen Sie aus dem LANTEK-Anzeigemenü einen Fasertyp aus.

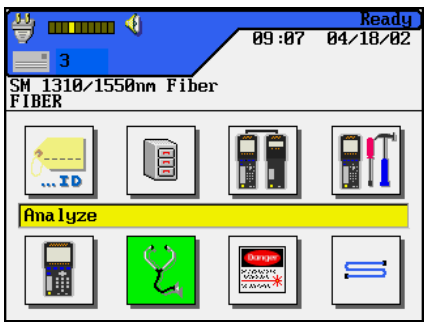
   Über das Symbol im Bereitschaftsbildschirm des Display-Handgerätes öffnen Sie die Anzeige zur Auswahl des Fasertyps.

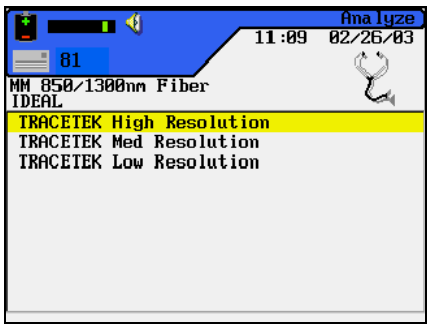
Markieren Sie den gewünschten Fasertyp und bestätigen Sie mit ENTER.

Hinweis: TRACETEK kann nur ordnungsgemäß funktionieren, wenn ein Fasertyp ausgewählt ist.



5. Im Bereitschaftsbildschirm des LANTEK drücken Sie die AUTO TEST-Taste oder öffnen über das **Analyse**-Symbol das Analyse-Menü.





6. Das Diagnose-Menü ermöglicht die Auswahl einer hohen (High), mittleren (Medium) und niedrigen (Low) Auflösung. Standardmäßig ist die hohe Auflösung eingestellt.

   Die hohe Auflösung gewährleistet eine präzise Messung der Reflexion für Fasern bis zu einer Länge von 800 Metern und unterscheidet bei Einhaltung der spezifizierten Genauigkeit noch zwischen Ereignissen, die nur 2 Meter voneinander entfernt sind.

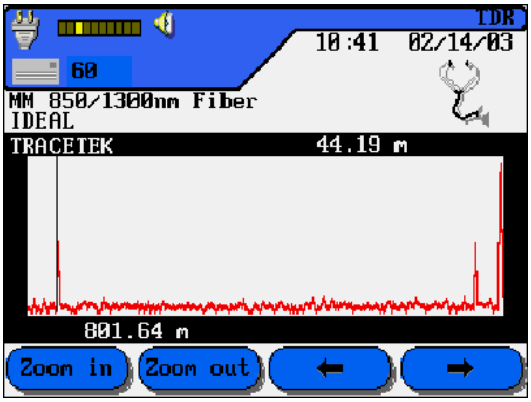
Die mittlere Auflösung erlaubt präzise Reflexionsmessungen an Fasern mit einer Länge von über 250 Metern und erkennt und misst noch Ereignisse, die über eine Entfernung von bis zu 850 Metern nur 8 Meter voneinander entfernt sind.

Mit einer niedrigen Auflösung sind Reflexionsmessungen für Faserlängen von 500 m bis 4 km möglich.

7. Markieren Sie die gewünschte Auflösung und bestätigen Sie mit ENTER. Jetzt führt der LANTEK Kabeltester die Messung aus.

8. Zum Abschluss des Tests werden die Ergebnisse auf dem Bildschirm von links nach rechts angezeigt, wobei das letzte Ereignis für gewöhnlich am Faserende auftritt.

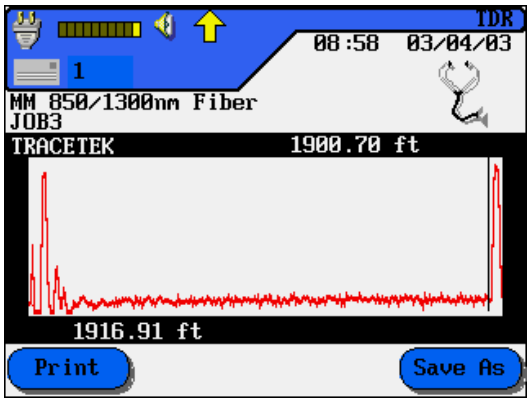
Hinweis: Aufgrund von mangelhaften Spleißen oder Brüchen in der Faser befindet sich das Faserende (EOF) unter Umständen nicht an der erwarteten Position. EOF ist der Punkt, an dem TRACETEK eine große Reflektion (ca. –14 dB) erkennt, die durch das Faserende, durch einen fehlerhaften Steckverbinder oder durch einen Faserbruch verursacht sein kann.



Die Entfernung zum Faserende wird in der linken unteren Ecke des Bildschirms angezeigt. Wenn Sie den vertikalen Cursor auf ein Ereignis setzen, erscheint die entsprechende Entfernung in der oberen rechten Ecke des Bildschirms.

Speichern von TRACETEK-Ergebnissen

Die TRACETEK–Kurven können wie andere Testergebnisse auch im Speicher des LANTEK gesichert und später aufgerufen oder mit der Software LANTEK REPORTER in den PC geladen werden.



1. Drücken Sie im TRACETEK-Display die SHIFT -Taste und dann die Save As -Taste.

2. Geben Sie einen Namen für den Test ein und bestätigen Sie mit ENTER. Jetzt wird der Test unter diesem Namen gespeichert.

Anhang A
Normen und Anforderungen an Glasfaserinstallationen

Übersicht über die Verkabelungsnormen und Anwendungsanforderungen für Glasfaserinstallationen

Normierungs-organisation	Klassifizierung oder Anwendung	Fasertyp	Kerndurchmesser (um) / Wellenlänge (nm)	Max. Link-Channel-Dämpfung (dB)	Max. Steckverbinder-Einfügedämpfung (dB)	Max. Spleiß-Einfügedämpfung (dB)	Mind. Stecker-Rückflussedämpf. (dB)	Max. Entfernung (m)	Mind. Betriebslänge (m) (50um/62,5um)	Max. Faserdämpfung (dB/km)	Mind. Faserbandbreite (MHz-km)
TIA 568-B.3	Horizont. Link	Multimode	62,5/850	n/s	0,75	0,3	>20	90	n/s	3,5	160
	Horizont. Link	Multimode	50/850	n/s	0,75	0,3	>20	90	n/s	3,5	500
Anwendungs-neutrale Verkabelung	Horizont. Link	Multimode	62,5/1300	n/s	0,75	0,3	>20	90	n/s	1,5	500
	Horizont. Link	Multimode	50/1300	n/s	0,75	0,3	>20	90	n/s	1,5	500
	Backbone	Multimode	62,5/850	n/s	0,75	0,3	>20	2km	n/s	3,5	160
	Backbone	Multimode	50/850	n/s	0,75	0,3	>20	2km	n/s	3,5	500
	Backbone	Multimode	62,5/1300	n/s	0,75	0,3	>20	2km	n/s	1,5	500
	Backbone	Multimode	50/1300	n/s	0,75	0,3	>20	2km	n/s	1,5	500
	Horizont. Link	Singlemode	9/1310	n/s	0,75	0,3	>26	90	n/s	1,0	--
	Horizont. Link	Singlemode	9/1550	n/s	0,75	0,3	>26	90	n/s	1,0	--
	Backbone (ISP)	Singlemode	9/1310	n/s	0,75	0,3	>26	3km	n/s	1,0	--
	Backbone (ISP)	Singlemode	9/1550	n/s	0,75	0,3	>26	3km	n/s	1,0	--
	Backbone - (OSP)	Singlemode	9/1310	n/s	0,75	0,3	>26	3km	n/s	0,5	--
	Backbone - (OSP)	Singlemode	9/1550	n/s	0,75	0,3	>26	3km	n/s	0,5	--
ISO 11801 Anwendungs-neutrale Verkabelung	OF-300	OM1	50 oder 62,5/1300	1,95	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	300	1,5	500
	OF-300	OM2	50 oder 62,5/850	2,55	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	300	3,5	500
	OF-300	OM2	50 oder 62,5/1300	1,95	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	300	1,5	500

Normierungs-organisation	Klassifizierung oder Anwendung	Fasertyp	Kerndurchmesser (um) / Wellenlänge (nm)	Max. Link-Channel-Dämpfung (dB)	Max. Steckverbinder-Einfügedämpfung (dB)	Max. Spleiß-Einfügedämpfung (dB)	Mind. Stecker-Rückflussdämpf. (dB)	Max. Entfernung (m)	Mind. Betriebslänge (m) (50um/62,5um)	Max. Faserdämpfung (dB/km)	Mind. Faserbandbreite (MHz-km)
ISO 11801 Anwendungs-neutrale Verkabelung	OF-300	OM3	50/850	2,55	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	300	3,5	1500
	OF-300	OM3	50/1300	1,95	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	300	1,5	500
	OF-300	OS1	9/1310 oder 1550	1,80	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>35	n/s	300	1,0	n/s
	OF-500	OM1	50 oder 62,5/850	3,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	500	3,5	200
	OF-500	OM1	50 oder 62,5/1300	2,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	500	1,5	500
	OF-500	OM2	50 oder 62,5/850	3,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	500	3,5	500
	OF-500	OM2	50 oder 62,5/1300	2,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	500	3,5	500
	OF-500	OM3	50/850	3,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	500	3,5	1500
	OF-500	OM3	50/130	2,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	500	1,5	500
	OF-500	OS1	9/1310 oder 1550	2,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>35	n/s	500	1,0	--
	OF-2000	OM1	50 oder 62,5/850	8,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	2km	3,5	200
	OF-2000	OM1	50 oder 62,5/1300	4,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	2km	1,5	500
	OF-2000	OM2	50 oder 62,5/850	8,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	2km	3,5	500
	OF-2000	OM2	50 oder 62,5/1300	4,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	2km	1,5	500
	OF-2000	OM3	50/850	8,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	2km	3,5	1500

Normierungs-organisation	Klassifizierung oder Anwendung	Fasertyp	Kerndurchmesser (um) / Wellenlänge (nm)	Max. Link-Channel-Dämpfung (dB)	Max. Steckverbinder-Einfügedämpfung (dB)	Max. Spleiß-Einfügedämpfung (dB)	Mind. Stecker-Rückflussdämpf. (dB)	Max. Entfernung (m)	Mind. Betriebslänge (m) (50um/62,5um)	Max. Faserdämpfung (dB/km)	Mind. Faserbandbreite (MHz-km)
ISO 11801 Anwendungs-neutrale Verkabelung	OF-2000	OM3	50/130	4,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>20	n/s	2km	1,5	500
	OF-2000	OS1	9/1310 oder 1550	3,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	0,3	>35	n/s	2km	1,0	--
IEEE 802.3	10Base-FL	Multimode/ OM1-OM2	62,5/850	12,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	2km	0	3,75	160
	10Base-FL	Multimode/ OM1-OM3	50/850	12,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	1,5km	0	3,75	160
	100Base-FX	Multimode/ OM1-OM3	62,5 oder 50/1300	11,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	2km	0	3,75	500
	1000Base-SX	Multimode/ OM1-OM2	62,5/850	2,33	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	220	3,75	160
	1000Base-SX	Multimode/ OM2-OM3	62,5/850	2,53	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	275	3,75	200
	1000Base-SX	Multimode/ OM1-OM3	50/850	3,25	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	500	3,5	400
	1000Base-SX	Multimode/ OM2-OM3	50/850	3,43	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	550	3,5	500
	1000Base-LX	Multimode/ OM1-OM2	62,5/1300	2,32	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	550	1,5	500
	1000Base-LX	Multimode/ OM1-OM2	50/1300	2,32	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	550	1,5	400/500
	1000Base-LX	Singlemode/ OS1	9/1310	4,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>26	n/s	5km	0,5	--
	10GBase-SR	Multimode-OM1	62,5/850	2,60	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	26	3,5	160
	10GBase-SR	Multimode-OM1	62,5/805	2,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	33	3,5	200
	10GBase-SR	Multimode/ OM2-OM3	50/850	2,20	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	66	3,5	400

Anhang A
Normen und Anwendungsanforderungen an Glasfaserinstallationen

Normierungs-organisation	Klassifizierung oder Anwendung	Fasertyp	Kerndurchmesser (um) / Wellenlänge (nm)	Max. Link-Channel-Dämpfung (dB)	Max. Steckverbinder-Einfügedämpfung (dB)	Max. Spleiß-Einfügedämpfung (dB)	Mind. Stecker-Rückflussdämpf. (dB)	Max. Entfernung (m)	Mind. Betriebslänge (m) (50um/62,5um)	Max. Faserdämpfung (dB/km)	Mind. Faserbandbreite (MHz-km)
IEEE 802.3	10GBase-SR	Multimode/ OM2-OM3	50/850	2,30	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	82	3,5	500
	10GBase-SR	Multimode/OM 3	50/850	2,60	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>20	n/s	300	3,5	2000
	10GBase-LR	Singlemode/ OS1	9/1310	6,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>26	n/s	10km	0,5	--
	10GBase-EW	Singlemode/ OS1	9/1550	5>11	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	>26	n/s	30-40km	n/s	--
ISO/IEC 14165	133Mbit/s Fibre Channel	Multimode/ OM1-OM3	62,5/1300	6,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	1500	n/s	500
	266Mbit/s Fibre Channel	Multimode/ OM1-OM3	50 oder 62,5/850	12,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	2000/700	n/s	500
	266Mbit/s Fibre Channel	Multimode/ OM1-OM3	62,5/1300	6,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	330	n/s	500
	266Mbit/s Fibre Channel	Multimode/ OM1-OM3	50/1300	5,50	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	500	n/s	500
	266Mbit/s Fibre Channel	Singlemode/ OS1	9/1310	6,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	2000	n/s	--
	531Mbit/s Fibre Channel	Multimode/ OM1-OM3	50 oder 62,5/850	8,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	1000/350	n/s	500/160
	531Mbit/s Fibre Channel	Singlemode/ OS1	9/1310	14,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	2000	n/s	--
	1062Mbit/s Fibre Channel	Multimode/ OM1-OM3	50 oder 62,5/850	4,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	1000/350	1,5/3.5	500/200
	1062Mbit/s Fibre Channel	Singlemode/ OS1	9/1310	6,00	0,75 einz./ 1,5 Ges.	n/s	n/s	n/s	2000	0,5	--

Definitionen

Link-Channel-Dämpfung - Die maximal zulässige Dämpfung. Gemessen mit Pegelmesser/Lichtquelle.

Mind. Betriebslänge - Die Mehrzahl der Normen legt keine Längenbegrenzung fest, sondern fordert den Betrieb bis zu einer Mindestlänge

Max. Faserdämpfung - Gibt die maximale zulässige Dämpfung pro km an. Überprüfen Sie beim Hersteller, ob das Kabel die Grenzwerte einhält.
Steckverbinder-Rückflussdämpfung - Gibt die vom Steckverbinder reflektierte Leistung an. Zu starke Reflexionen lassen auf ein fehlerhaftes Polieren oder mangelhafte Reinigung schließen.
n/s - nicht spezifiziert

Anhang B
TRACETEK
Applikationsschrift

TRACETEK-Modul zur Störungssuche an Glasfaserinstallationen mit dem LANTEK 6/7 von IDEAL Industries

Produktübersicht

Optische Netze hoher Bandbreite reagieren zunehmend empfindlich auf Übertragungsstörungen. In vielen Fällen ist die Einfügedämpfung der einzige Parameter, der für die Kontrolle der Übertragungsqualität gemessen wird. Dabei gibt die Einfügedämpfung lediglich Auskunft über den Signalverlust zwischen den beiden Endstellen einer optischen Verbindung und gewährleistet so, dass der am Empfänger eintreffende Signalpegel dafür ausreicht, dass die beiden optischen Transceiver sich "sehen" können.

Zur effektiven Ermittlung der Signaldämpfung bietet sich das FIBERTEK™-Modul an. Falls jedoch ein Zertifizierungstest die Grenzwerte überschreitet oder ungewöhnliche Übertragungsfehler auftreten, müssen Sie die Störung in der Verkabelung genauer lokalisieren können.

Hier bietet sich der Einsatz des TRACETEK™-Moduls an, das zahlreiche nützliche Funktionen eines optischen Reflektometers (OTDR) bietet, Ihnen jedoch die hohen Kosten für die Anschaffung eines solchen kompliziert einzurichtenden Messgerätes erspart. Als äußerst einfach zu bedienender Aufsteck-Adapter ermöglicht TRACETEK™ dem Anwender die Messung der Gesamtlänge einer Verbindung, der Entfernung zum reflektierenden Ereignis, wie z. B. zu einem Steckverbinder, und vor allem die Identifizierung fehlerhafter Verbindungsstellen.

TRACETEK™ koppelt einen leistungsstarken Laserimpuls in die Faser ein und überwacht die vom Kabelende, von Steckverbindern, von mechanischen Spleißen und Kabelbrüchen zurückgesandten Reflexionen. Diese wichtigen Funktionen helfen Ihnen, grenzwertüberschreitende Reflexionsquellen im Verkabelungssystem zu lokalisieren. In optischen Systemen führen zu starke Reflexionen zu hohen Bitfehlerraten und schränken die Übertragungskapazität des Netzwerks ein.

Die häufigsten Ursachen für eine zu hohe Rückflussdämpfung sind verschmutzte oder mangelhaft polierte Steckverbinder. Treten zu viele Reflexionen auf, wirkt sich der reflektierte Pegel unter Umständen auf den eingekoppelten Lichtimpuls aus und vergrößert oder verkleinert die Amplitude des gesendeten Signals. Sehr starke Reflexionen können darüber hinaus den Rückkopplungskreis des Lasersenders stören und so zu Schwankungen in der Ausgangsleistung führen. Im Unterschied zu einem Pegelmesser, der lediglich die über eine optische Strecke auftretende Signaldämpfung ermittelt, zeigt TRACETEK™ die relative Reflexion von Ereignissen an und ermöglicht dem Anwender die Eingrenzung von Störungen und die Behebung von Fehlern.

Messung der Rückflussdämpfung

Vereinfacht dargestellt, ist die Rückflussdämpfung das Verhältnis der eingestrahlten optischen Leistung zu dem von einem Steckverbinder oder einem anderen Ereignis reflektierten Anteil. Angegeben wird die Rückflussdämpfung in dB (Dezibel). Da die Rückflussdämpfung laut Definition immer negativ ist, wird ein möglichst großer (negativer) Wert angestrebt.

Es ist jedoch üblich, das negative Vorzeichen nicht anzugeben. Eine Rückflussdämpfung von 0 dB bedeutet, dass 100 % der am Steckverbinder auftreffenden optischen Leistung zum Sender zurückreflektiert wurde.

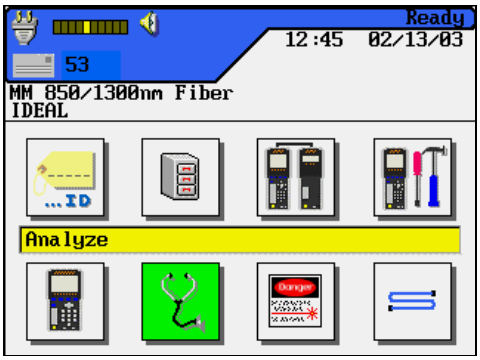
In der Praxis ist eine 0-dB-Messung in Glasfasersystemen nicht möglich, da der Wert für die stärkste Reflexion, die beim Übergang von Glas zu Luft auftreten kann, bei –14 dB liegt. In der Mehrzahl der Fälle weist ein im Feld polierter optischer Steckverbinder eine Rückflussdämpfung von ungefähr –30 bis –40 dB auf, was bedeutet, dass ein Anteil von 0,1 % bis 0,01 % der optischen Leistung zum Sender reflektiert wird. Bei ab Werk konfektionierten UPC–Steckverbindern (UPC = Ultra Physical Contact) wird man für gewöhnlich Werte um –50 dB (= 0,001 % Reflexion) oder besser erhalten.

TRACETEK im Einsatz

Für Messungen an Multimode- und Singlemode-Fasern verwendet das TRACETEK-Modul einen leistungsstarken Infrarot-Laser. Da das vom TRACETEK abgestrahlte Licht nicht sichtbar ist, sollten Sie darauf achten, bei der Arbeit mit TRACETEK™ bzw. bei der Kontrolle von Steckverbindern, nicht direkt in den Steckverbinder hineinzuschauen. Vor der Überprüfung der Qualität des Steckverbinders mit einem Glasfaserprüfmikroskop sollten Sie sich vergewissert haben, dass das TRACETEK™-Modul ausgeschaltet bzw. nicht an die Faser angeschlossen ist.

1. Stecken Sie das TRACETEK™-Modul auf den LANTEK® 6/7. Schließen Sie das Modul mit der beiliegenden Vorlauffaser (FC-FC für Singlemode-, FC-ST für Multimode-Fasern) an die zu testende Faser an. Im Unterschied zu einem OTDR kommt TRACETEK™ mit einer sehr kurzen Vorlauffaser aus. Seine Totzone ist so kurz, dass Testkabel ab einer Länge von 2 Metern verwendet werden können.

2. Schalten Sie den LANTEK ein. Wählen Sie das Diagnose-Symbol und drücken Sie die ENTER-Taste.



3. Im Diagnose-Menü für das TRACETEK-Modul stehen die drei Optionen *High Resolution*, *Medium Resolution* und *Low Resolution* zur Verfügung. Mit dieser Einstellung ändern Sie die Impulsdauer des vom Laser in die Faser eingestrahlten Signals. Die Auflösung verhält sich umgekehrt proportional zur Entfernung. Das heißt, für kürzere Kabel sollte man eine hohe Auflösung und für längere Kabel eine niedrige Auflösung wählen.

Tabelle 1: Auswahl der Auflösung

Auflösung	Leistung	Kabel	Empfohlene Kabellänge
High	Niedrig	Kurz	0 - 800 m
Med	Hoch	Kurz	250 - 850 m
Low	Hoch	Lang	500 - 4000 m

Hinweis: Die für die empfohlene Kabellänge aufgeführten Werte spiegeln nicht die TRACETEK messbaren absoluten minimalen oder maximalen Kabellängen wider. Hierbei handelt es sich lediglich um Empfehlungen, die in der Mehrzahl der Fälle die besten Messergebnisse erbringen. Sie können natürlich jederzeit selbst ausprobieren, welche Einstellung zu den für Ihre Konfiguration besten Ergebnissen führt.

Hohe Auflösung

Die Einstellung *High Resolution* ist für kurze Kabel optimiert, die nicht länger als 800 m sind. Dieser Modus ist für die Mehrzahl der horizontalen Verkabelungen sowie für kurze Backbones geeignet. Die für die hohe Auflösung verwendete niedrige Sendeleistung minimiert die durch eine Übersteuerung des Empfängers bedingten Anzeigestörungen und hält die Totzone zwischen den Steckverbindungen möglichst klein. Daher ist der Tester in der Lage, auch einzelne, dicht aufeinanderfolgende Steckverbinder zu identifizieren, was z. B. in Verteilerschränken von Vorteil ist.

Verwenden Sie diese Einstellung zur Kontrolle der Qualität der Steckverbinder. Die Impulse von Steckverbindern mit einer sauberen Stirnfläche sollten auf dem TRACETEK-Display die Hälfte der Skala nicht überschreiten.

Mittlere Auflösung

Die Einstellung *Medium Resolution* kombiniert kurze Entfernungen mit einem hochpegeligen Laserimpuls (100 Nanosekunden). Durch Verwendung eines längeren Einkoppelimpulses erkennt TRACETEK auch Ereignisse, die bei hoher Auflösung mit der niedrigen Sendeleistung übersehen werden. Bei Verwendung kurzer Kabel bewirkt der längere Laserimpuls jedoch eine Übersteuerung des Empfängers. Daher muss das Kabel lang genug sein, um einen Teil der reflektierten Energie zu absorbieren. Die mittlere Auflösung wird für Kabel mit einer Länge von 200 - 850 m sowie zur Lokalisierung reflexionsarmer Ereignisse wie mechanischer Spleiße oder von Steckverbindern empfohlen, die so gut poliert sind, dass sie im Modus *High Resolution* nicht ausreichend Licht reflektieren und daher nicht erkannt würden.

Die Einstellung *Med Resolution* ist für die Störungssuche nicht erforderlich. Ihre Hauptfunktion besteht in der Lokalisierung qualitativ hochwertiger Steckverbinder für Dokumentationszwecke.

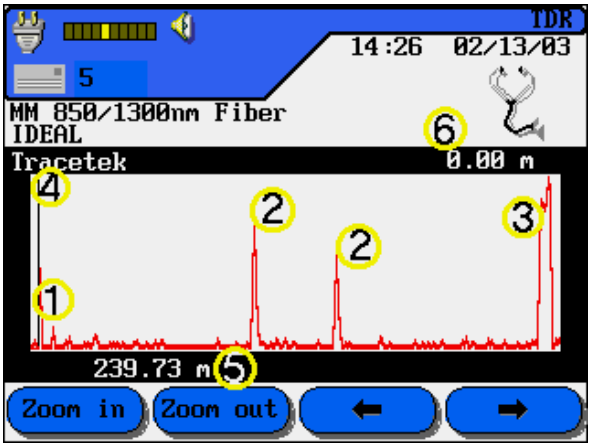
Niedrige Auflösung

Der *Low Resolution*-Modus kombiniert den hochpegeligen und langen Impuls der mittleren Auflösung mit großen Entfernungen. Diesen Modus sollten Sie nur für Kabel verwenden, die länger als 500 m sind. Bei kürzeren Kabeln wird die Anzeige so stark übersteuert, dass eine Ereigniserkennung kaum noch möglich sein wird.

Diese Option eignet sich am besten für Kabel von 500 bis 4000 m Länge. In diesem Modus wird die Mehrzahl der Steckverbinder und der mechanischen Spleiße erkannt.

Das TRACETEK-Display

Nach Auswahl der für Ihre Anwendung optimalen Auflösung drücken Sie die ENTER-Taste. Jetzt analysiert TRACETEK etwa 30 Sekunden lang die angeschlossene Glasfaser und zeigt dann die ermittelte Rückstreukurve an.



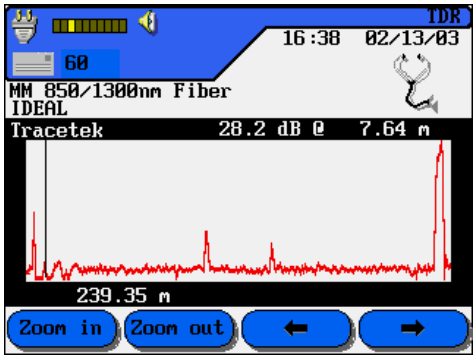
Auf dem TRACETEK-Display werden angezeigt:

1) der Startimpuls (erster Steckverbinder)
2) Reflektierende Ereignisse
3) das Faserende (letzter Steckverbinder oder Faserbruch)
4) der Cursor
5) die Gesamtlänge der Faser
6) die Cursorposition

Das TRACETEK-Display bildet eine übersichtliche Momentaufnahme der Faser ab. Der am unteren Bildschirmrand angezeigte Wert (Nummer 5 in der Abbildung) gibt die gemessene Entfernung bis zum Faserende an. Wie bei einem OTDR benötigt auch TRACETEK™ für diese Messung am anderen Ende der Faser keinen zweiten Techniker und auch kein zweites Messgerät. Daher kann TRACETEK aber auch nicht unterscheiden, ob es sich um das "korrekte" Ende der Faser oder um eine Bruchstelle handelt. Falls es ein Faserbruch ist, können Sie anhand dieses Wertes ablesen, in welcher Entfernung sich die Fehlerstelle befindet.

Der Startimpuls (Nummer 1 in der Abbildung) zeigt den ersten Steckverbinder an, der an Ihre Vorlauffaser angeschlossen ist. Die reflektiven Ereignisse (Nummer 2 in der Abbildung) stellen die beiden Steckverbinder in der Mitte der zu testenden Faser dar. Die Höhe des reflektierten Impulses (auch Fresnelreflexion genannt) signalisiert die relative Reflexion des jeweiligen Ereignisses. Im Modus *High Resolution* sollte die Reflexionsamplitude eines guten Steckverbinders nur wenig über die Hälfte der Skala hinausgehen. In diesem Beispiel scheint der erste Steckverbinder schlechter zu sein als der zweite. Gereinigt werden müssten jedoch beide. Punkt 3 in der Abbildung markiert das Ende der Faser. Diese Reflexion ist erwartungsgemäß sehr groß, denn am Ende der Faser tritt das Signal von Glas in Luft über (Glas-Luft-Übergang).

Die Nummern 1 und 6 in der Abbildung kennzeichnen den vom Anwender verschiebbaren Cursor sowie dessen aktuelle Position. Der Cursor kann auf drei unterschiedliche Arten gesetzt werden. Zum Verschieben in sehr kleinen Schritten, drücken Sie die linke bzw. rechte Pfeiltaste. Schneller geht es mit den Softkeys ← und → und am schnellsten, indem Sie die SHIFT -Taste gedrückt halten gleichzeitig die linke bzw. rechte Pfeiltaste auf der Tastatur betätigen.

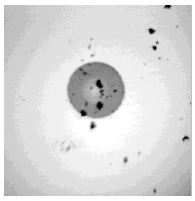


Die oben stehende Abbildung zeigt die Kurve der gleichen Faser nach Reinigung der beiden mittleren Steckverbinder mit dem IDEAL Starter Cleaning Kit, das zum Lieferumfang Ihres TRACETEK-Moduls gehört. Es ist deutlich zu sehen, dass ein verschmutzter Steckverbinder erhebliche Reflexionen verursachen kann. Dabei muss diese Verschmutzung nicht einmal mit bloßem Auge erkennbar sein. Nach der Reinigung liegen die Reflexionsamplituden beider Steckverbinder weit unter der halben Skalenhöhe und sollten daher die Übertragung nicht mehr beeinträchtigen

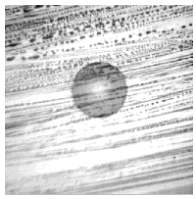
In einer Glasfaserinstallation ist die Verwendung sauberer Steckverbinder von größter Bedeutung. Bei jedem nicht den Erwartungen entsprechenden Testergebnis sollte als erstes immer der betreffende Steckverbinder gereinigt und danach eine neue Messung durchgeführt werden.

Es gibt viele "kreative" Möglichkeiten, einen optischen Steckverbinder zu reinigen. Häufig nehmen sich Prüftechniker aber auch gar nicht erst die Zeit, die Steckverbinder vor der Messung optisch zu kontrollieren bzw. zu reinigen. Andere Techniker wiederum begnügen sich damit, die Stirnfläche der Faser mit dem bloßen Auge zu prüfen. So kann man sich aber nie sicher sein, ob der Steckverbinder wirklich sauber ist. Die korrekte Reinigung ist eigentlich eine banale und doch so wichtige Sache.

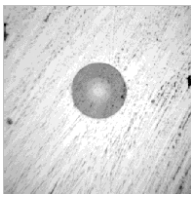
Die unten abgebildeten Aufnahmen von Steckverbindern, die mit verschiedenen Methoden gereinigt wurden, sollen das Problem verdeutlichen.



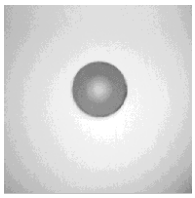
verschmutzter Steckverbinder



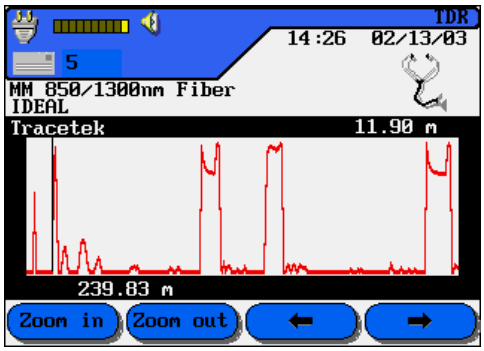
mit dem Finger "gereinigt



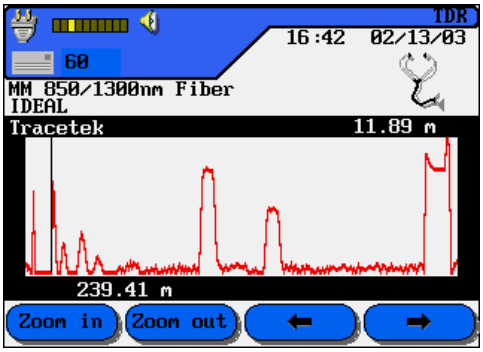
am Hemd "gereinigt"



mit dem IDEAL Cleaning Kit gereinigt



Die obige Abbildung zeigt die Rückstreukurve der gleichen Faser VOR dem Reinigen der Steckverbinder bei Einstellung einer *nicht* optimalen TRACETEK-Auflösung. In diesem Fall wurde die mittlere Auflösung ausgewählt. Die resultierenden Fresnelreflexionen sind weitaus deutlicher ausgeprägt. Die "Fledermausohren" werden durch die Übersteuerung des Empfängers verursacht. Schuld daran sind die zu starken Reflexionen



Nach der Reinigung der beiden mittleren Steckverbinder (siehe obige Abbildung) ist zu sehen, dass die Reflexionsdämpfung etwas nachgelassen hat. Aufgrund des von TRACETEK bei mittlerer Auflösung verwendeten hohen Einkoppelpegels ist die Fresnelreflexion jedoch höher und auch breiter als in Abbildung 4. Diese Breite kennzeichnet die Totzone, das heißt den Bereich, in dem der Empfänger durch die zu starke Reflexion der einzelnen Ereignisse geblendet wird. Ein hoher Sendepegel und verschmutzte oder mangelhaft polierte Steckverbinder bewirken eine Vergrößerung der Totzone.

Im *High Resolution* Modus beträgt die Totzone des TRACETEK mit sauberen Steckverbindern nur 2 Meter. Bei mittlerer und niedriger Auflösung liegt dieser Wert bei 8 Metern. Wenn Sie durch Patchfelder oder andere Verteiler hindurch messen, erhalten Sie mit der hohen Auflösung die besten Ergebnisse. Anhand der Übersicht in Tabelle 1 können Sie die für Ihre konkrete Anwendung optimale Auflösung auswählen.

Störungssuche mit TRACETEK

TRACETEK ist ein unverzichtbares Hilfsmittel für die Diagnose einer Vielzahl von Störungen in Glasfasernetzen. Eine Anwendung ist beispielsweise die Lokalisierung von Faserbrüchen. Bei Neuinstallationen können Sie TRACETEK zusammen mit einem Pegelmesser/Lichtquelle wie FIBERTEK zur Bewertung einer optischen Strecke sowie zur Ermittlung der Entfernung zu den einzelnen Ereignissen auf der Strecke einsetzen.

In diesem Beispiel testen wir ein Backbone, das aus einem 44 Meter langem Cross-Connect-Kabel und einem 717 Meter langem Backbone-Kabel besteht, an das noch ein weiteres Cross-Connect-Kabel mit einer Länge von 40 Metern angeschlossen ist. Abbildung 1 zeigt das mit FIBERTEK (Pegelmesser/Lichtquelle) gewonnene Messergebnis für die mit gut bewertete Strecke.

In der Kurve in Abbildung 2 sehen wir die Steckverbinder bei 40 m und 760 m sowie das Ende der Faser bei 801 m. Die Steckverbinder bei 40 m und 760 m scheinen in Ordnung zu sein. Die jeweiligen Reflexionen liegen knapp unter der Skalenhälfte.

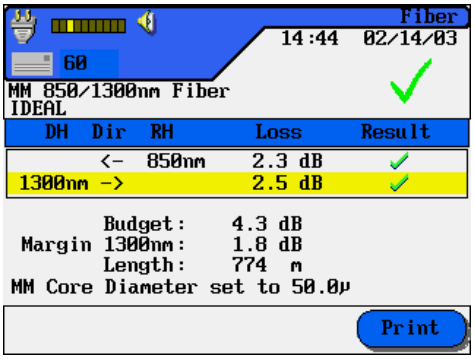


Abbildung 1

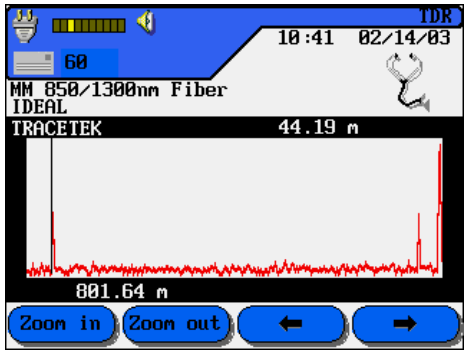


Abbildung 2

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die gleiche Strecke, dieses Mal aber mit einer Störung. Das FIBERTEK™-Display informiert zwar über das Ausmaß der Störung, erlaubt jedoch keine Eingrenzung des Fehlers. Nach einer Messung mit TRACETEK sehen wir, dass die Reflexion am Steckverbinder bei 761 m jetzt fast die gesamte Skala einnimmt – ein eindeutiges Anzeichen für eine Verschmutzung oder Beschädigung.

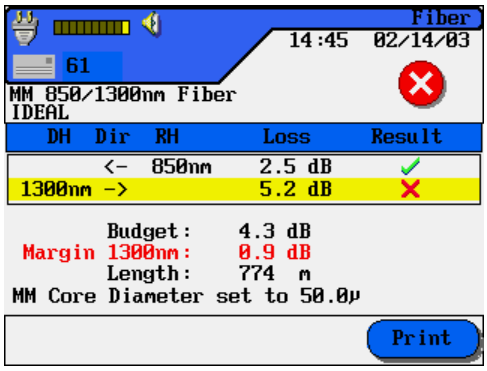


Abbildung 3

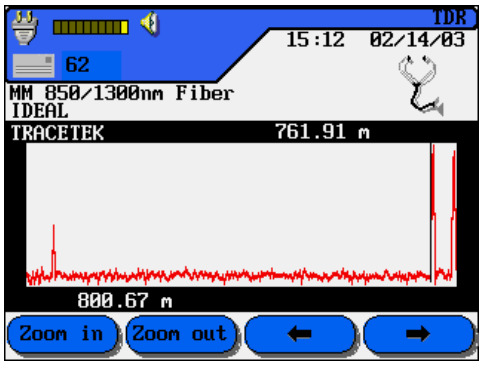


Abbildung 4

In dieser Situation ist es am besten, den Steckverbinder bei 760 m zu reinigen und vor der erneuten Messung mit einem Prüfmikroskop (IDEAL Bestellnummer 45-332) zu kontrollieren. Die Vorgehensweise zur optimalen Reinigung von Steckverbindern und Kopplern wird in den Hinweisen zum IDEAL Starter Cleaning Kit erläutert.

Fragen/Antworten zur Konfiguration von TRACETEK

F1: Warum ist es so wichtig, dass die Steckverbinder an der Vorlauffaser wirklich sauber sind?

A1: Im Unterschied zu konventionellen Lichtquellen, deren Signalpegel weit unter 1 mW liegen, koppelt die bei TRACETEK verwendete Hochleistungs-Laserquelle eine Leistung von bis zu 50 mW in die Faser ein. Bei der Messung der Rückflussdämpfung bedeutet eine höhere Ausgangsleistung immer auch einen höheren reflektierten Pegel. Aufgrund der von TRACETEK™ abgestrahlten hohen Leistung wird eine verschmutzte Vorlauffaser sofort einen erheblichen Anteil dieser Energie zum Detektor zurückreflektieren, der dadurch vorübergehend übersteuert, d. h. geblendet wird. Daher sollten Sie nur saubere Steckverbinder verwenden!

F2: Was passiert, wenn ich eine falsche Auflösung einstelle?

A2: Eine falsche Auswahl der Auflösung bei TRACETEK führt zu keiner Beschädigung des Testers oder des Kabels. Wird ein zu hoher Pegel in ein kurzes Kabel eingekoppelt, hat dies für gewöhnlich zur Folge, dass sehr große Reflexionsamplituden angezeigt werden, da das Kabel selbst den reflektierten Impuls nicht dämpfen kann. Handelt es sich dagegen um ein sehr langes Kabel, wird die Sendeleistung unter Umständen nicht ausreichen, so dass TRACETEK™ das Ende der Faser nicht erkennen und daher die Skala nicht optimal anpassen kann. Die folgenden Abbildungen zeigen Kurven, die mit nicht optimalen Auflösungen erfasst wurden (Abbildungen 5 - 8).

In diesem Beispiel wurde ein 1000 m langes Kabel mit mittlerer Auflösung (*Med Resolution*) getestet. Daher ist die Rampenzeit, die die Skala einstellt, zu kurz und das Faserende wird nicht angezeigt. Für die mittlere Auflösung wird eine maximale Kabellänge von 850 m empfohlen. Stellen Sie eine niedrige Auflösung (*Low Resolution)* ein und wiederholen Sie die Messung.

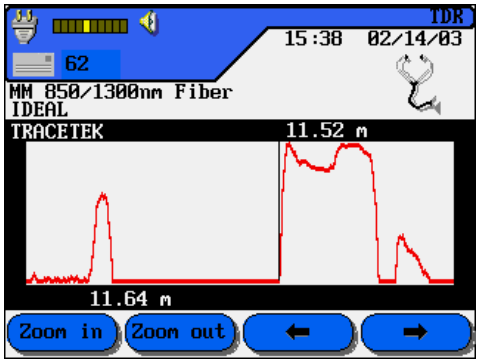


Abbildung 5

Bei Auswahl der niedrigen Auflösung wird das bei 1000 m liegende Ende der Faser deutlich erkannt.

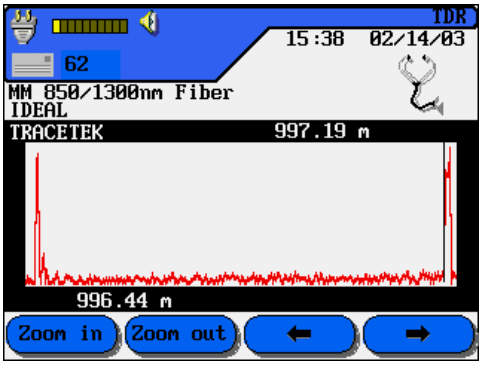


Abbildung 6

Hier wurde ein Kabel von nur 45 m Länge mit mittlerer Auflösung (*Med Resolution*) getestet. Obwohl für die Kabellänge die richtige Auflösung gewählt wurde, ist die Sendeleistung so hoch, dass der Empfänger Echos im Kabel erfasst. Die Auswahl der hohen Auflösung (*High Resolution*) würde hier Abhilfe schaffen.

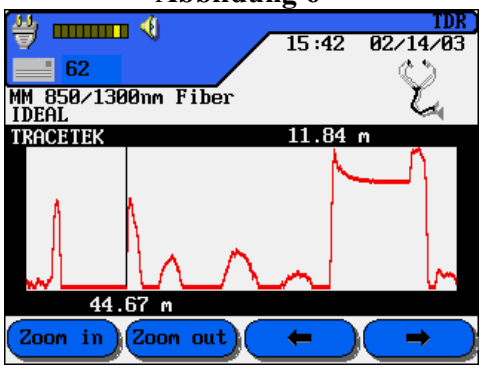


Abbildung 7

Bei hoher Auflösung wird der Sendepegel verringert und die Echos verschwinden. Sie sehen auch, dass die Totzonen des ersten und letzten Ereignisses erheblich schmaler geworden sind.

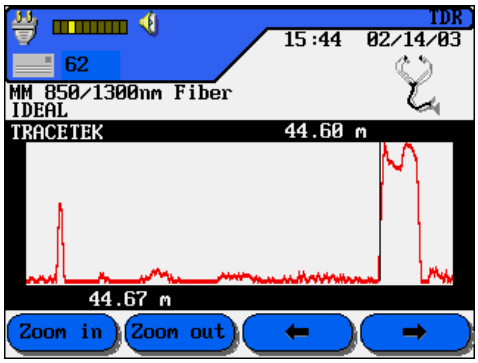


Abbildung 8

F3: Warum wird TRACETEK nur für 1300 nm angeboten?

A3: Da TRACETEK keine Dämpfungsmessungen ausführt, bietet ein 1300-nm-Laser optimale Leistungsparameter. Multimode-Fasern weisen bei 1300 nm eine um mehr als 50 % geringere Dämpfung als bei 850 nm auf. Durch den Einsatz eines 1300-nm-Lasers kann TRACETEK™ daher für Tests an weitaus längeren Kabeln genutzt werden, als dies mit einem 850-nm-Laser der Fall wäre, dessen Leistung sehr schnell abfällt.

F4: Unterstützt TRACETEK auch Tests an Singlemode-Fasern?

A4: Ja. TRACETEK wird auch als Singlemode-Kit mit einem 1310-nm-Laser angeboten. Bei SM-Fasern ist die Dämpfungsdifferenz zwischen 1310 nm und 1550 nm so gering, dass die Verwendung eines 1550-nm-Lasers keine wesentlichen Vorteile bringen würde. In diesem Fall trägt der 1310-nm-Laser dazu bei, dass TRACETEK die preiswerteste Lösung für Reflexionstests an SM-Fasern ist.

F5: Wenn ich die TRACETEK-Vorlauffaser verliere, brauche ich dann ein spezielles Ersatzkabel?

A5: Nein. Die zum Lieferumfang von TRACETEK gehörende Vorlauffaser ist ein handelsübliches FC-ST-Multimode- bzw. FC-FC-Singlemode-Verbindungskabel. Sie können jedes andere hochwertige Verbindungskabel

verwenden. Ein Abgleich ist nicht erforderlich. Die Länge des Kabels ist nur insofern von Bedeutung, als dass sie bei den Entfernungsmessungen zu berücksichtigen ist. Ein relativ kurzes Kabel verringert daher Abweichungen in der Längenmessung. TRACETEK™ verwendet ein spezielles Messverfahren, das den Einsatz sehr kurzer Vorlauffasern erlaubt. OTDRs dagegen, deren Totzone am Geräteausgang durchaus 20 - 100 m lang sein kann, verlangen häufig den Einsatz sehr langer Vorlauffasern.

Die jährliche Kalibrierung im Werk ist die Voraussetzung zur Erzielung optimaler Messergebnisse mit den optischen Testprodukten von IDEAL INDUSTRIES.

Wenn Sie technische Unterstützung, Service oder eine Kalibrierung benötigen oder Fragen zu TRACETEK haben, wenden Sie sich bitte an die folgenden Niederlassungen von IDEAL INDUSTRIES:

Amerika:
IDEAL INDUSTRIES Corporation
9145 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
Tel: 800-854-2708
Fax: 858-278-5141

Deutschland, Italien, Spanien, Portugal, Schweiz, Österreich, Niederlande, Belgien, Luxemburg, Osteuropa, Mittlerer Osten, Afrika MEA:
IDEAL INDUSTRIES GmbH
Gutenbergstrasse 10
85737 Ismaning, Deutschland
Tel: +49-89-99-686-0
Fax: +49-89-99-686-111
E-Mail: ideal_germany@idealindustries.com

Großbritannien, Frankreich, Schweden, Norwegen, Finnland, Dänemark, Island:
IDEAL INDUSTRIES (UK) Ltd.
225 Europa Boulevard, Gemini Business Park
Warrington, Cheshire WA5 7TN, England
Tel: +44-(0)1925-444 446
Fax: +44-(0)1925-445 501
E-Mail: ideal_uk@idealindustries.com

China:
IDEAL Industries China, L.L.C.
Unit 505, Tower W1, The Towers, Oriental Plaza
No. 1 East Chang An Avenue, Dong Cheng District
Beijing, 100738, China
Tel: +86-10-8518-3141
+86-10-8518-3142
Fax: +86-10-8518-3143

LANTEK 6/7 Kabel-Zertifizierungstester und Zubehör

Internationale Vertriebsbüros

Amerika

IDEAL INDUSTRIES, INC.
9145 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
Tel: 800-854-2708
Fax: 858-278-5141

Becker Place
Sycamore, IL 60178
(800) 435-0705 in USA
(815) 895-5181

Ajax, Ontario
L1S 2E1, Canada
(800) 527-9105 in Kanada
(905) 683-3400

Brasilien

IDEAL INDUSTRIES Brazil Comércio LTDA
Av. Marginal do Rio Pinheiros No. 5200
Cj. 201 Edifíco Quebec
CEP 05693-000 São Paolo
Tel: +55-11-3759-8777
Fax: +55-11-3759-8775

China

IDEAL Industries China, L.L.C.
Unit 505, Tower W1, The Towers, Oriental Plaza
No. 1 East Chang An Avenue, Dong Cheng District
Beijing, 100738
Tel: 86-10-8518-3141, 86-10-8518-3142
Fax: 86-10-8518-3143

Deutschland

IDEAL INDUSTRIES GmbH
Gutenbergstrasse 10
85737 Ismaning
Tel: +49-89-99686-0
Fax: +49-89-99686-111

Australien

IDEAL Industries (Australia) Pty. Ltd.
Level 6/75-85 East Elizabeth Street
Sydney, NSW 2000
Tel: +61-300-765800
Fax: +61-300-765801

Großbritannien

Ideal Industries (UK) Ltd.
225 Europa Boulevard, Gemini Business Park
Warrington, Cheshire WA5 7TN, England
Tel: +44-1925-444446
Fax: +44-1925-445501

© 2003 IDEAL INDUSTRIES, INC. Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.
Gedruckt in den USA

Artikelnummer: 6510-00-5010 Rev D

2003-06

Internet: www.idealindustries.com

Appendix A: Zusätzliche Hinweise zu den neuen Glasfaser-Testfunktionen

FIBERTEK-Nullabgleich
Ein korrekter Nullabgleich ist die Voraussetzung für die Durchführung präziser Messungen an Glasfaser-Strecken mit einem aus Pegelmesser/Lichtquelle bestehenden Testkit. Bei der Konfiguration des FIBERTEK-Zubehörs für den LANTEK-Kabelzertifizierer sind einige Besonderheiten zu beachten, da beide Komponenten dieses Produktes eine Laserquelle und einen Pegelmesser (Detektor) besitzen. Es gibt zwei von der TIA anerkannte Methoden - A und B - zur Durchführung des Nullabgleichs, d.h. zur Ermittlung eines Referenzwertes, mit FIBERTEK.

Die Methode A wird für FIBERTEK empfohlen. Bei diesem Verfahren werden die FIBERTEK-Module über zwei Vorlauffasern miteinander verbunden. Das bedeutet, dass sich die Referenzebene des Nullabgleichs an der Schnittstelle zwischen beiden Vorlauffasern befindet.

Durch die Verwendung von zwei Vorlauffasern beim Nullabgleich werden die sie verbindenden Steckverbinder bei der normalen Testdurchführung aus der Messung "herausgerechnet". Das bedeutet, dass bei einer Überprüfung einer Strecke mit zwei Steckverbinderpaaren das Messergebnis die Dämpfung des zu testenden Kabels und nur eines Steckverbinderpaares beinhaltet. Aus diesem Grund liegt die tatsächliche Dämpfung geringfügig über dem angezeigten Messwert. In LAN-Netzen mit kleinen Dämpfungsbudgets ist es erforderlich, diesen Wert entsprechend zu korrigieren. Wenn Sie jedoch eine lange Faserstrecke testen, bei der die Dämpfung eines Steckverbinderpaares (< 0,75 dB) im Vergleich zur Faserdämpfung vernachlässigt werden kann, ist keine Korrektur erforderlich.

Zur Berücksichtigung des beim Nullabgleich nach der Methode A herausgerechneten Steckverbinderpaares führen Sie den Nullabgleich wie beschrieben durch, trennen anschließend die beiden Vorlauffasern und schließen an die Vorlauffaser von Handgerät oder Endgerät eine dritte kurze Vorlauffaser an. Auf diese Weise wird die geringe, beim Nullabgleich subtrahierte Dämpfung wieder eingefügt und die Messergebnisse entsprechen genauer den realen Bedingungen während des Betriebs des Netzwerkes. Zur Gewährleistung der Messgenauigkeit ist darauf zu achten, dass die dritte Vorlauffaser eine gute Qualität aufweist und sehr saubere Steckverbinder besitzt.

Die Methode B wird traditionell bei kombinierten Testkits eingesetzt, die aus einem optischen Sender und einem Pegelmesser bestehen. Hier muss für den Nullabgleich nur eine Vorlauffaser zwischen Quelle und Detektor (Pegelmesser) angeschlossen werden. Anschließend wird die Vorlauffaser vom Detektor abgezogen und ein zweites Kabel an den Detektor angeschlossen. Beachten Sie bitte, dass das Kabel an der Lichtquelle nach dem Nullabgleich nicht mehr verändert werden darf. Da während des Nullabgleichs nach Methode B keine Steckverbinderkupplungen verwendet werden, misst der Test die Dämpfung der zu testenden Strecke und die beider Steckverbinderpaare. Obgleich dieses Verfahren eigentlich ideal ist, kann es doch nicht ohne weiteres für Doppelfaser-Messungen mit Doppelfaser-Testsystemen wie FIBERTEK übernommen werden. Wenn Sie FIBERTEK allerdings im Einzelfaser-Modus oder für Schleifenmessungen einsetzen möchten, dann ist die Methode B zulässig und ergibt genaue Messergebnisse.

Einzelfaser- und Schleifenmessungen

Mit Version 1.302 können Sie FIBERTEK nun auch für Messungen von Einzelfasern konfigurieren und einsetzen. Hierfür haben Sie die Auswahl unter zwei unterschiedlichen Methoden. Die Einzelfasermessung bietet sich vor allem für die schnelle Zertifizierung von Glasfaser-Jumperkabeln und anderen Kabelstrecken an, auf denen nur bei einer Wellenlänge getestet werden soll.

Im Faser-Menü des LANTEK stehen jetzt die folgenden acht Optionen zur Verfügung:

MM 850nm Single Fiber
MM 1300nm Single Fiber
SM 1310nm Single Fiber
SM 1550nm Single Fiber
MM 850nm Loop-back
MM 1300nm Loop-back
SM 1310nm Loop-back
SM 1550nm Loop-back

Die "Single Fiber"-Optionen sind Einzelfasermessungen vorbehalten, wenn das LANTEK-Endgerät an das ferne Ende einer Faserstrecke angeschlossen wird und die optische Quelle kontinuierlich sendet. Dabei muss das Handgerät mit Display auf die Wellenlänge eingestellt sein, die das an das Endgerät angeschlossene FIBERTEK-Modul sendet. Wenn im Endgerät zum Beispiel das 1300-nm-Modul und im Handgerät das 850-nm-Modul eingesetzt ist, dann müssten Sie im Faser-Menü des LANTEK die Option "MM 1300nm Single Fiber" wählen.

Hinweis: Im Einzelfaser-Modus sind keine Längenmessungen möglich.

Der Schleifenmodus wird verwendet, wenn eine einzelne Faser oder ein an den Enden mit einem Jumperkabel verbundenes Fasernpaar gemessen werden soll. Für die Messung im Schleifenmodus (Loop-Back) wird nur das Handgerät mit Display benötigt. Sowohl Dämpfungs- als auch Längenmessungen sind möglich.

Messaufbau und Nullabgleich für Einzelfaser- und Schleifenmessungen

Für Einzelfasermessungen kann der Nullabgleich nach der oben beschriebenen Methode A oder B erfolgen.

Nullabgleich nach Methode A:

1. Schließen Sie die FIBERTEK-Module an das LANTEK-Handgerät/Endgerät an. Überprüfen Sie, ob das an das Endgerät angeschlossene Modul für die gewünschte Wellenlänge ausgelegt ist.
2. Verbinden Sie eine Vorlauffaser mit dem **TX**–Port des Adapters am Endgerät.
3. Verbinden Sie eine zweite Vorlauffaser mit dem **RX**–Port des Adapters am Handgerät.
4. Verbinden Sie die beiden Vorlauffasern über eine Kupplung miteinander.
5. Wählen Sie im Faser-Menü des LANTEK die Einzelfaser-Option (Single Fiber) der Wellenlänge des an das Endgerät angeschlossenen FIBERTEK-Moduls. Beispiel: Sie

wählen die Option "MM 850nm Single Fiber", wenn das FIBERTEK-Modul für 850 nm im Endgerät installiert ist und Sie die Faser bei 850 nm testen möchten.

6. Jetzt rufen Sie im Hauptbildschirm des LANTEK den Nullabgleich auf und folgen den Bildschirmanweisungen.
7. Nach dem Nullabgleich trennen Sie die beiden Vorlauffasern voneinander und schließen die zu testende Faser an.
    a. Optional können Sie auch eine dritte Vorlauffaser an das Handgerät anschließen, um die herausgerechnete Steckverbinder-Dämpfung (siehe Methode A oben) zu kompensieren.

Nullabgleich nach Methode B (empfohlen für Einzelfasermessungen):

1. Schließen Sie die FIBERTEK-Module an das LANTEK-Handgerät/Endgerät an. Überprüfen Sie, ob das an das Endgerät angeschlossene Modul für die zu testende Wellenlänge ausgelegt ist.
2. Verbinden Sie das eine Ende der Vorlauffaser mit dem **TX**–Port des Adapters am Endgerät und das andere Ende mit dem **RX**-Port am Adapter des Handgerätes.
3. Wählen Sie im Faser-Menü des LANTEK die Einzelfaser-Option (Single Fiber) der Wellenlänge des an das Endgerät angeschlossenen FIBERTEK-Moduls. Beispiel: Sie wählen die Option "MM 850nm Single Fiber", wenn das FIBERTEK-Modul für 850 nm im Endgerät installiert ist und Sie die Faser bei 850 nm testen möchten.
4. Nach dem Nullabgleich trennen Sie die Vorlauffaser vom **Handgerät mit Display** und schließen eine zweite Vorlauffaser guter Qualität an das Handgerät an.

Für den Nullabgleich und Messungen für im Schleifenmodus wird nur das Handgerät mit Display benötigt.

Nullabgleich nach Methode A:

1. Wählen Sie das FIBERTEK-Modul mit der gewünschten Wellenlänge aus und setzen Sie es in das LANTEK Handgerät mit Display ein.
2. Schließen Sie eine Vorlauffaser an den **TX**-Port an.
3. Schließen Sie eine zweite Vorlauffaser an den **RX**-Port an.
4. Verbinden Sie die beiden Vorlauffasern über eine Kupplung miteinander.
5. Wählen Sie im Faser-Menü des LANTEK die Schleifen-Option (Loop-Back) der Wellenlänge des an das Handgerät angeschlossenen FIBERTEK-Moduls. Beispiel: Sie wählen die Option "MM 850nm Loop-Back", wenn das FIBERTEK-Modul für 850 nm im Handgerät installiert ist und Sie die Faser bei 850 nm testen möchten.
6. Jetzt rufen Sie im Hauptbildschirm des LANTEK den Nullabgleich auf und folgen den Bildschirmanweisungen.
7. Nach dem Nullabgleich trennen Sie die beiden Vorlauffasern voneinander und schließen die zu testende Faser an.
    a. Optional können Sie auch eine dritte Vorlauffaser an das Handgerät anschließen, um die herausgerechnete Steckverbinder-Dämpfung (siehe Methode A oben) zu kompensieren.

Nullabgleich nach Methode B:

1. Wählen Sie das FIBERTEK-Modul mit der gewünschten Wellenlänge aus und setzen Sie es in das LANTEK Handgerät mit Display ein.
2. Verbinden Sie den **TX**-Port und den **RX**-Port des Adapters über eine Vorlauffaser.
3. Wählen Sie im Faser-Menü des LANTEK die Schleifen-Option (Loop-Back) der Wellenlänge des an das Handgerät angeschlossenen FIBERTEK-Moduls. Beispiel: Sie wählen die Option "MM 850nm Loop-Back", wenn das FIBERTEK-Modul für 850 nm im Handgerät installiert ist und Sie die Faser bei 850 nm testen möchten.
4. Jetzt rufen Sie im Hauptbildschirm des LANTEK den Nullabgleich auf und folgen den Bildschirmanweisungen.
5. Nach dem Nullabgleich trennen Sie die Vorlauffaser vom **RX**-Port und schließen zum Testen eine zweite Vorlauffaser guter Qualität an den **RX**-Port an.

Anhang B: Aktualisierung der Bedienungsanleitung zum FIBERTEK & TRACETEK

Um den Anwendern des FIBERTEK und TRACETEK das Testen einer noch breiteren Palette von Verkabelungssystemen zu ermöglichen, enthält der Lieferumfang des FIBERTEK und TRACETEK jetzt ändere Vorlauffasern und Kupplungen. Bitte tauschen Sie diese Inhaltsübersicht gegen die Beschreibung des Lieferumfangs auf den Seiten 3 bis 6 der Bedienungsanleitung für FIBERTEK/TRACETEK (6510-00-5010 Rev. D) aus.

Das Multimode FIBERTEK-Kit beinhaltet jetzt:

- 50-µm Kabelsatz
  - 1 x 1 Meter ST-ST Duplex-Vorlauffaser *NEU*
  - 2 x 2 Meter ST-ST Duplex-Vorlauffaser
- 62,5-µm Kabelsatz
  - 1 x 1 Meter ST-ST Duplex-Vorlauffaser *NEU*
  - 2 x 2 Meter ST-ST Duplex-Vorlauffaser *NEU*
- Glasfaserkupplungen
  - 4 x ST-ST Singlemode-Kupplungen (SM-Kupplungen zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit und der Leistungsparameter)

Das Singlemode FIBERTEK-Kit beinhaltet jetzt:

- 9-µm Kabelsatz
  - 1 x 1 Meter FC-ST Duplex-Vorlauffaser *NEU*
  - 2 x 2 Meter FC-ST Duplex-Vorlauffaser
- Glasfaserkupplungen
  - 4 x ST-ST Singlemode-Kupplungen

Das Multimode TRACETEK-Kit beinhaltet jetzt:

- 50-µm Kabelsatz
  - 1 x 2 Meter FC-ST Simplex-Vorlauffaser
  - 1 x 2 Meter FC-SC Simplex-Vorlauffaser *NEU*
- 62,5-µm Kabelsatz
  - 1 x 2 Meter FC-ST Simplex-Vorlauffaser *NEU*
  - 1 x 2 Meter FC-SC Simplex-Vorlauffaser *NEU*

Das Singlemode TRACETEK-Kit beinhaltet jetzt:

- 9-µm Kabelsatz
  - 1 x 2 Meter FC-ST Simplex-Vorlauffaser
  - 1 x 2 Meter FC-SC Simplex-Vorlauffaser *NEU*